

OPTIMIZACIÓN DE INYECTORA DE PLÁSTICO INDUSTRIAL

CESAR AUGUSTO NAVARRETE HURTADO

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE AUTOMÁTICA Y ELECTRÓNICA
PROGRAMA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA
SANTIAGO DE CALI**

2006

OPTIMIZACION DE INYECTORA DE PLASTICO INDUSTRIAL

CESAR AUGUSTO NAVARRETE HURTADO

**Pasantía para optar al título de
Ingeniero Mecatrónico**

**Director
JORGE IVAN BELANDIA
Ingeniero Electrónico**

**Coordinadora
SANDRA PATRICIA PALENCIA
Secretaria Administrativa**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE AUTOMÁTICA Y ELECTRÓNICA
PROGRAMA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA
SANTIAGO DE CALI**

2006

Nota aceptación:

Aprobado por el comité de grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Universidad Autónoma de Occidente para optar al título de Ingeniero Mecatrónico.

Ing. HECTOR FABIO ROJAS
Jurado

Ing. ANDRES NAVAS
Jurado

Santiago de Cali, 6 de junio de 2006

CONTENIDO

Pag.

INTRODUCCIÒN	10
1 . MARCO CONTEXTUAL	11
1.1 . UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA EMPRESA	11
1.2 . FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA DE LA EMPRESA	11
1.2.1. Antecedentes	11
1.2.2. Visión	12
1.2.3 .Alcance	12
1.2.4. Misión	12
2 . PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	13
2.1 . DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	13
2.2. OBJETIVOS	13
2.2.1. Objetivo general	13
2.2.2. Objetivos específicos	13
2.3. JUSTIFICACIÓN	14
3 . MARCO TEÓRICO	15
3.1 . MÁQUINAS INYECTORAS	15
3.2 . CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE UNA MÁQUINA INYECTORA	16
3.3. PARTES DE LA MAQUINA	17
3.3.1. La base de la maquina	17
3.3.2. La unidad de plastificación	17
3.3.3. Unidad de cierre	17
4 . METODOLOGÍA	18
5 . DESARROLLO DEL PROYECTO	19
5.1 . INTRODUCCIÓN AL MÉTODO DE DISEÑO	19
5.2 . PLANTEAMIENTO DE LA MISIÓN	20
5.3. IDENTIFICACIÓN DE LAS NECESIDADES DEL CLIENTE	21

5.3.1. Lista de necesidades del cliente	22
5.3.2. Especificaciones del producto	23
5.3.3. Benchmarking	26
3.3.3.1. Estrategia de control por medio de Microprocesador	26
5.3.3.2. Estrategia de control por medio de lógica cableada	27
5.3.3.3. Estrategia de control por medio del control lógico programable (PLC)	27
5.3.4. Especificaciones preliminares del dispositivo	28
5.4. GENERACIÓN, SELECCIÓN Y PRUEBA DE CONCEPTOS	28
5.4.1. Generación de conceptos	29
5.4.1.1 Conceptos generados por subfunciones	30
5.4.1.2 Combinación de conceptos	31
5.4.2. Selección de conceptos	33
5.4.3. Prueba de conceptos	35
5.5. ESPECIFICACIONES FINALES DEL PRODUCTO	37
5.6. DISEÑO DETALLADO	37
5.6.1. Identificación de entradas y salidas del sistema	38
5.6.2. Especificaciones técnicas del PLC	39
5.6.3. Identificación del ciclo de inyección	41
5.6.4. Documentación electrónica y control del sistema	43
5.6.4.1. Etapa eléctrica	43
5.6.4.2. Etapa electrónica	44
5.6.4.3. Programación para el control del sistema	44
5.6.4.3.1. Programación de la interfaz hombre Maquina	44
5.6.4.3.2. Programación de bucles de control	47
6. CONCLUSIONES	48
BIBLIOGRAFIA	49
ANEXOS	50

LISTA DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1. Propuesta de ciclo de desarrollo	20
Figura 2. Caja negra	29
Figura 3. Descomposición funcional	30
Figura 4. Concepto 1	31
Figura 5 Concepto 2	32
Figura 6 Concepto 3	32
Figura 7 Concepto 4	33
Figura 8. Embudo de la selección de conceptos	34
Figura 9. Concepto final	36
Figura 10. Diseño secuencial vs. Concurrente	38
Figura 11. Ciclo de inyección	41
Figura 12. Diagrama de flujo	42
Figura 13. Mapa de conexiones eléctricas.	43
Figura 14. Configuración de comunicación.	44
Figura 15. Diagrama de flujo del HMI.	45
Figura 16. Pantalla de inicio	46
Figura 17. Configuración de parámetros	47

LISTA DE TABLAS

	Pag.
Tabla 1. Identificación de las necesidades del cliente	23
Tabla 2. Declaración de las métricas con sus unidades	24
Tabla 3. Relación de las métricas con las necesidades	25
Tabla 4. Benchmarking	27
Tabla 5. Especificaciones preliminares	28
Tabla 6. Matriz de tamizaje	34
Tabla 7. Matriz de prueba de conceptos	35
Tabla 8. Especificaciones	37
Tabla 9. Entradas y salidas del sistema	38
Tabla 10. Primera cotización	40
Tabla 11. Segunda cotización	40
Tabla 12. Selección de equipo	40

LISTA DE ANEXOS

	Pag.
Anexo 1. Instrucciones de uso	50
Anexo 2. Presupuesto	53
Anexo 3. Puerto de entradas digitales	54
Anexo 4. Puerto de salidas digitales	55
Anexo 5. Puerto de entradas análogas	56
Anexo 6. Puerto salidas análogas	57
Anexo 7. Relevos	58
Anexo 8. Foto instalaciones	59
Anexo 9. PLC y módulos de expansión	59
Anexo 10. Modulo HMI	60
Anexo 11. Botonera	60
Anexo 12. Relevos	61
Anexo 13. Máquina inyectora	61
Anexo 14. Acondicionamiento de señales válvula proporcional	62
Anexo 15. Paper en formato ifac	63
Anexo 16. Programa en Lader	63

RESUMEN

Este proyecto fue elaborado bajo los conceptos y métodos de diseño estructurado como el quality function deployment conocido también como el método del QFD, que sirvió como base para la elaboración de un estudio detallado de las necesidades del cliente que en este caso es la empresa PLÁSTICOS HOUSTON E.U, que presenta como necesidades optimizar y mejorar el rendimiento de su producción, la calidad de sus productos, y de esta manera proporcionar al cliente mayor satisfacción al elegirlos a ellos como sus proveedores. La estrategia de optimización que será diseñada en el desarrollo de este proyecto proporcionará un cubrimiento casi total de dichos aspectos. Terminado el estudio de necesidades se prosigue con la creación de una lista con todas las necesidades organizadas por subgrupos y se evalúa el nivel de importancia con una calificación entre 1 y 5, siguiendo con el proceso se generan diferentes conceptos con la capacidad de suplir dichas necesidades, cada concepto se genera dividiendo el problema en subfusiones, las cuales se combinan entre si para obtener diferentes alternativas de diseño. Estas alternativas se ingresan en una matriz de tamizaje y una matriz de selección de conceptos que nos ayuda a seleccionar un solo concepto, el mas adecuado, al que se le realizan pruebas de pasa no pasa y de esta manera se comprueba si este concepto es apto para ponerse en marcha en el proceso de diseño detallado que consta de varias etapas; Diseño arquitectural, documentación electrónica, documentación mecánica, diagramas de flujo, selección de la instrumentación y diseño de la interfaz de mando; Estas etapas se trabajaran bajo los criterios del diseño concurrente.

Dicho diseño servirá de guía para la posible implementación de la optimización en la máquina.

INTRODUCCIÓN

La industria del Valle del Cauca esta evolucionando y cambiando al paralelo de las industrias del resto del país, gracias a las exigencias que propone la globalización, la normatividad para el mejoramiento de calidad, entre otras. Por este motivo los empresarios están tomando decisiones modernas y visionarias para alcanzar los estándares establecidos por las entidades competentes que les atañe estos temas y sobre todo por las exigencias del mercado y el cliente final; por esta razón, los grandes empresarios invierten grandes sumas de dinero para la importación de costosos equipos industriales; mientras los pequeños y medianos empresarios acuden a los beneficios que proporcionan la automatización y optimización de los equipos de segunda y tercera generación que hacen parte de su instrumental, cumpliendo con ello los estándares y consiguiendo excelentes prestaciones a menores costos.

La empresa PLÁSTICOS HOUSTON quiere adoptar la estrategia de optimizar sus procesos, para mejorar el rendimiento de su producción, la calidad de sus productos, además de posicionar mejor el nombre de la empresa en el mercado y de esta manera proporcionar al cliente mayor satisfacción al elegirlos a ellos como sus proveedores y como consecuencia de esto aumentar sus ingresos netos. (incrementar sus utilidades)

Para la empresa es muy importante asegurar la calidad de sus productos y para ello debe contar con procesos óptimos y eficientes, que les permita generar ahorros relevantes en tiempos de producción, en insumos, material y en ultimas ahorros monetarios.

1. MARCO CONTEXTUAL

1.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA EMPRESA

La empresa dedicada a la producción de productos a base de polímeros PLASTICOS HOUSTON E.U. Esta ubicada en casco urbano de la ciudad de Santiago de Cali en el barrio Salomia en cercanías a la sede principal del SENA en Cali

1.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA DE LA EMPRESA

1.2.1 Antecedentes Las máquinas por inyección de materiales termoplásticos son una derivación de las máquinas de fundición a presión para metales. El primer ejemplar se desarrolla y termina en Estados Unidos de América en 1870. Con todo la primera máquina de producción de piezas de termoplásticos, mediante el moldeo por inyección, se construyó en Alemania en 1920. Era una máquina totalmente manual, tanto el cierre del molde, como la inyección lo efectuaba el operador a mano mediante mecanismos con leva. En 1927 nuevamente en Alemania, se desarrolla una máquina para materiales plásticos accionada por cilindros neumáticos, pero inmediatamente se vio la necesidad de máquinas con presiones específicas superiores a lo que ese momento estaba disponible. En el año de 1947 en Italia aparecieron las primeras máquinas hidráulicas autónomas; máquinas pequeñas con capacidad de inyección de 30 gramos. Desde entonces el progreso tecnológico de las máquinas de inyección de termoplásticos ha sido notable al igual que el crecimiento y consumo de productos a base de materiales termoplásticos dando lugar a muchos productores y consumidores a grande mediana y pequeña escala.

PLÁSTICOS HOUSTON como mediano productor quiere mejorar sus servicios y ofrecer una mayor cantidad de productos con excelente calidad y amplios volúmenes de producción.

1.2.2 Visión “El crecimiento comienza con la visión, por esto es que en “PLÁSTICOS HOUSTON” creemos que ofrecer los mejores productos a base de materiales termoplásticos con excelentes estándares de calidad nos llevara a consolidar una estructura organizacional que lidere el desarrollo empresarial y social en esta línea de productos en el Valle del Cauca.

La visión de PLÁSTICOS HOUSTON es ofrecer los mejores productos plásticos para la industria y el comercio mediante procesos limpios, técnicos y eficientes.

Nuestra Visión nos guía y nos ayudará a alcanzar nuestra meta; ser el principal proveedor de productos innovadores y prácticos para los consumidores industriales y comerciales en la línea de productos termoplásticos.

La Visión no sólo es filosofía en PLÁSTICOS HOUSTON. Es la manera en que creceremos.”

1.2.3 Alcance PLÁSTICOS HOUSTON es una empresa mediana que cuenta con una capacidad considerable de producción en la que abarcamos una porción considerable de consumidores en el valle del cauca, ofreciéndoles productos de buena calidad.

1.2.4 Misión Contribuir con el mejoramiento de la calidad de vida de nuestros consumidores sobre una base fundamental del desarrollo y posicionamiento de un modelo productivo eficiente que garantice el éxito empresarial y la sostenibilidad ambiental.

2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Las pequeñas y medianas empresas dedicadas a la producción de artículos en serie, a partir de polímetros, se encuentran diariamente con diversos problemas presentes en sus procesos, entre ellos el proceso de inyección de plástico.

Dentro de los problemas presentes en el proceso de inyección, encontramos que la precisión en las acciones realizadas por la maquina, disminuye gradualmente en el tiempo de operación. La plataforma de circuitos electrónicos y eléctricos resulta ser una intrincada conexión de cables que desde cualquier punto de vista hacen que la reparación y mantenimiento del articulo sean muy complejos y que en ocasiones esto hace que resolver un pequeño problema sea una labor que se realiza en varias semanas, siendo este el motivo y causa de perdidas cuantiosas para la empresa.

2.2 OBJETIVOS

2.2.1 Objetivo General Aplicar estrategias de diseño concurrente para realizar un diseño eficiente que optimizar el proceso de inyección de plástico en la inyectora industrial.

2.2.2 Objetivos específicos

- Establecer las necesidades específicas que requiere la empresa en la planta de producción en el área de productos plásticos.
- Analizar en los competidores las diferentes soluciones que han puesto en marcha para dar solución a los problemas de bajo rendimiento en las

inyectoras de plástico y con base en esto generar ideas para el desarrollo de una mejor estrategia de optimización.

- Generar, seleccionar y probar diferentes conceptos que resuelvan las especificaciones establecidas previamente teniendo en cuenta diferentes criterios técnico-económicos y evaluando su impacto social y medio ambiental.
- Realizar un diseño detallado del producto.

2.3 JUSTIFICACIÓN

Diferentes estudios sobre prospectiva electrónica, informática, telemática realizados con antelación, han determinado que la región del pacifico se ve aquejada por serios problemas de automatización industrial.

La justificación de este proyecto radica en varios puntos de vista; entre ellos podemos encontrar que el mejoramiento en la calidad del producto es relevante para cualquier empresa de carácter comercial, especialmente para aquellas que como esta, buscan aumentar la magnitud de su mercado; mejorar el rendimiento de sus procesos optimizando los tiempos de producción y disminuyendo los lotes de productos defectuosos. Otro aspecto importante a considerar es el mejoramiento en la accesibilidad a los módulos para los mantenimientos preventivos y reparaciones correctivas pertinentes dado en que sea necesario.

3. MARCO TEÓRICO

Para realizar este proyecto es conveniente conocer el funcionamiento de las diferentes inyectoras industriales de plástico que se utilizan para la elaboración de piezas termoplásticas.

3.1 MAQUINAS INYECTORAS

Las maquinas inyectoras presentan cuatro esquemas diferentes en las direcciones principales de trabajo de las unidades de cierre, que son:

- **Inyección de trabajo horizontal.** La inyección del material se efectúa en línea recta perpendicular al plano de separación del molde.
- **Variante modificada del trabajo horizontal.** El flujo del material se desvía en un ángulo de 90^0 (noventa grados centígrados) a dirección horizontal y penetra perpendicularmente al plano de separación del molde.
- **Inyección de trabajo vertical.** Indispensable para la inserción de elementos similares, la inyección de material, adopta en curso rectilíneo y se efectúa verticalmente hacia abajo, perpendicularmente al plano de separación del molde; esta versión tiene variantes con inyección en vertical hacia arriba.
- **Inyectora en posición angular** respecto a la unidad de cierre.

Las maquinas de inyección permiten un trabajo con tres formas de funcionamiento: manual, semiautomático, y automático. En el trabajo manual, todas las funciones son dirigidas por el personal de trabajo (operarios). El trabajo semiautomático, un impulso de mando dispara el ciclo total de trabajo; la duración de las diversas funciones, queda determinada por impulsos de redes de conexión

regulares. En el funcionamiento automático, un impulso de mando introduce el ciclo de trabajo, que se repite automáticamente. El cambio de una forma de trabajo a otra, generalmente se hace por medio de un conmutador.

Las maquinas estándar se diferencian en primer lugar, según la situación de su unidad de cierre, en maquinas horizontales o verticales. La ventaja de la unidad de cierre ubicada horizontalmente, es que el producto puede caer en él desmolde por su propio peso, en el túnel de expulsión, por este motivo en la mayoría de los casos es mas empleada.

3.2 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE UNA MAQUINA INYECTORA.

- Cilindro y husillo intercambiable (calidad, diámetros y variables)
- Velocidad de inyección regulable
- Carrera de inyección regulable
- Escalonamiento de la inyección con micro regulable
- Escalonamiento de la inyección regulable con temporizador
- Escalonamiento de la inyección regulable con sensor
- Tiempo de inyección
- Revoluciones por minuto (R.P.M) del husillo regulable
- Contrapresión regulable
- Descompresión del husillo después de la dosificación
- Retorno hidráulico del husillo
- Dosificación antes de la inyección
- Inyección con el husillo rotando
- Unidad de la inyección retrocedida durante la dosificación
- Limitación mecánica regulable de la apertura del molde
- Seguro mecánico para puerta frontal
- Protección del molde por baja presión
- Expulsor hidráulico

- Tiempo de la extracción regulable
- Expulsor repetitivo.

3.3 PARTES DE LA MÁQUINA

Las inyectoras de plástico tienen tres partes fundamentales y son: la base de la maquina, la unidad de plastificación (inyección), y la unidad de cierre.

3.3.1 La base de la máquina En su mayoría, la base esta formada por una estructura soldada o una pieza fundida

3.3.2 La unidad de plastificación Esta se compone por:

- La boquilla, que es la unión entre maquina y molde, uniéndolo en el bebedero
- El cilindro de plastificación de la masa, con las resistencias de calefacción
- Accionamiento para el esquema del husillo
- Tolve
- Vástago del cilindro hidráulico de inyección
- Vástago del cilindro para el desplazamiento del carro de la unidad de plastificación
- Tubería hidráulica
- Bancada de la maquina

3.3.3 Unidad de cierre Esta unidad se encarga de mover una parte del molde, también realiza el cierre y la apertura y genera la fuerza del bloqueo durante el tiempo de inyección pospresión. La fuerza de bloqueo ha de ser mayor que la fuerza interna del molde, de lo contrario este se abrirá por efecto de la fuerza generada por la presión de la masa inyectada; la fuerza de cierre depende de la sección proyectada de la pieza inyectada y la presión real interna.

4. METODOLOGÍA

El proyecto se realizara en 5 meses, comenzando a mediados del mes de febrero de 2006 y terminado a finales del mes de junio de 2006. Este proyecto se divide básicamente en dos etapas que corresponden a la investigación y apropiación de conceptos teóricos necesarios para fundamentar y conceptualizar el desarrollo del proyecto. En esta etapa se busca estudiar las necesidades exigidas por parte del cliente, el funcionamiento del producto a mejorar y otras mejoras realizadas en productos similares, así de esta manera comenzar a generar conceptos que se ajusten a los aspectos estudiados para así escoger el mejor concepto. En esta primera etapa se abarcaran temas específicos tales como:

Planeación del producto

Identificación de las necesidades del cliente

Especificaciones del producto

Generación de conceptos

Selección de conceptos

Prueba de conceptos

Como segunda etapa realizar el diseño detallado de las mejoras planteadas en cada sector de la maquina para llegar finalmente al diseño que proporcione la mejor optimización en el proceso y en la maquina como tal.

5. DESARROLLO DEL PROYECTO

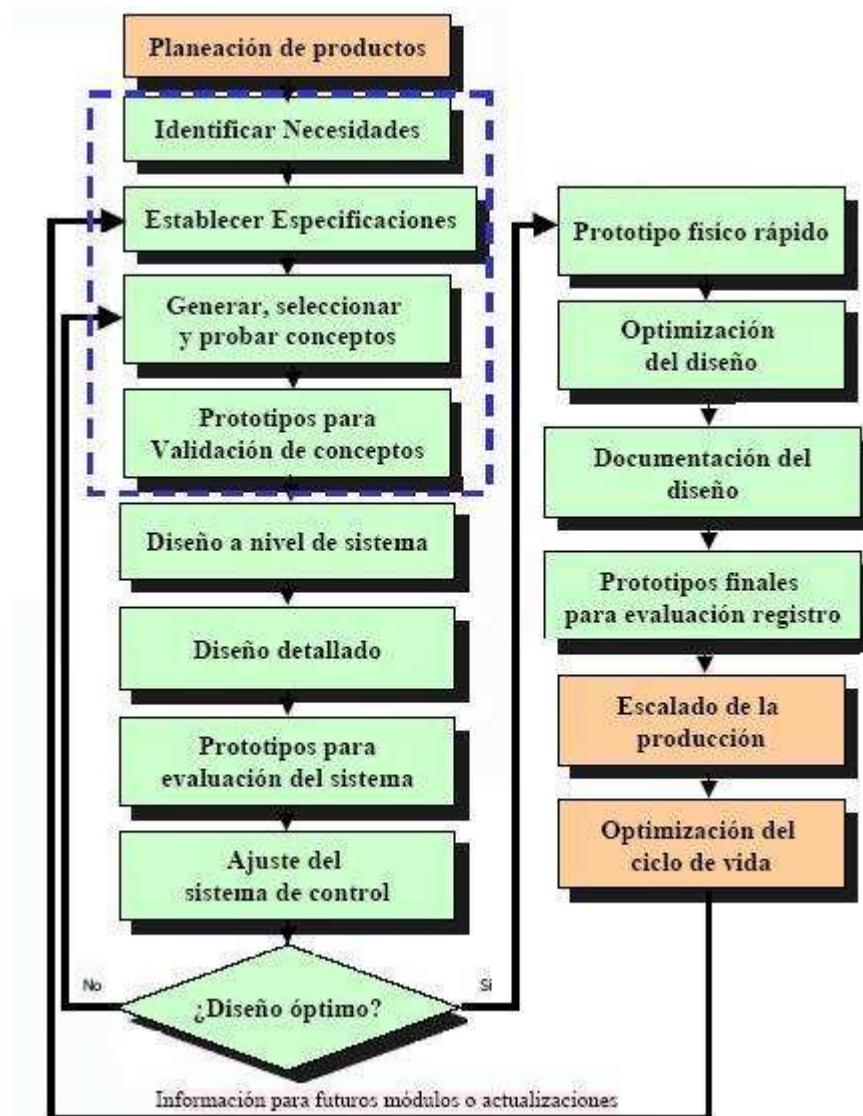
5.1 INTRODUCCIÓN AL MÉTODO DE DISEÑO

Para la realización de un diseño óptimo es necesario realizar una planeación del proyecto, ya que esta etapa es determinante para que el proceso sea satisfactorio. En la etapa de planeación se identifican las necesidades del cliente con claridad y objetividad; siendo estas necesidades claves en este tipo de procesos, pues con ellas se puede realizar un diseño que va de acuerdo a los requerimientos funcionales, y estéticos, a demás se tienen en cuenta las restricciones demandadas por el interesado en el producto.

En el proceso se tienen en cuenta la evaluación de algunos productos competidores que pueden satisfacer las necesidades del cliente, lo cual nos permite realizar mejoras en la estrategia de optimización que se va a diseñar teniendo en cuenta diseños o estrategias realizadas anteriormente. Con este análisis podemos restringir y parametrizar el diseño proporcionándole algunas especificaciones preliminares que permitirán generar una serie de conceptos y de los cuales se seleccionaran aquellos que mejor se adapten a los propósitos a alcázar.

Para culminar esta fase es prudente realizar pruebas haciendo uso de herramientas computacionales o prototipos rápidos para cada concepto seleccionado, ofreciendo de esta manera una importante y valiosa ayuda para determinar la aprobación del concepto que será llevado a cabo en el diseño detallado confiando en el éxito de esta selección.

Figura 1. Propuesta de ciclo de desarrollo



5.2 PLANTEAMIENTO DE LA MISIÓN

Descripción del Producto:

- Diseño para la optimización de maquina inyectora industrial de plástico.

Principales Objetivos de Marketing:

- Obtener una mejor calidad en los productos ofrecidos por la empresa.
- Cumplir satisfactoriamente con el volumen de demanda requerido por los clientes.

- Desarrollar un sistema simple, funcional que permita disminuir los costos de producción para ofrecer un producto más económico.

Mercado Primario:

- PLÁSTICOS HOUSTON, planta de producción.

Mercado Secundario:

- Pequeñas y medianas empresas dedicadas a la producción de artículos termo inyectados.
- Distribuidores de maquinaria de segunda mano.

Premisas y Restricciones:

- Diseño confiable, ágil, versátil, con dimensiones apropiadas para la implementación en la maquina.
- Se trabajará en ambientes con altas temperaturas.
- Facilidad de mantenimiento y reparación.
- Buena estética (diseño industrial).

Partes Implicadas:

- Planta de producción.
- Departamento control de calidad.
- Personal de ventas.
- Operarios.
- Distribuidores de maquinaria de inyección industrial.

5.3 IDENTIFICACIÓN DE LAS NECESIDADES DEL CLIENTE

Las necesidades del cliente son la base fundamental del proyecto pues son el punto de partida del desarrollo para el diseño y con base a ellas se tomaran las diferentes decisiones para realizar el planteamiento de la misión y con ello emprender la estrategia de diseño.

Teniendo en cuenta la importancia de las necesidades del cliente se realiza una lista de necesidades en donde son clasificadas para tener mayor claridad en el

momento de realizar el análisis. Esta clasificación consta de tres grupos; necesidades estructurales, necesidades funcionales, y necesidades estéticas. Por último a las necesidades se les asignan valoraciones para determinar su importancia en el diseño y en la tabla las necesidades se traducen a un lenguaje técnico para poderlas analizar detalladamente.

5.3.1 Lista de necesidades del cliente

Necesidades funcionales

- Que se realicen mas ciclos de inyección.
- Que la máquina siga funcionando con los diferentes moldes existentes.
- Poder medir y visualizar la temperatura de plastificación, la apertura y el cierre del molde, la cantidad de materia prima que se utiliza en cada inyección, etc. mientras se esta efectuando cada ciclo.
- Que no cambien las prestaciones con que fue diseñada la maquina y en determinado caso que sean mejoradas.

Necesidades estructurales

- Que el acople del diseño de optimización con la maquina sea sencillo.
- Que se puedan hacer futuros rediseños sobre su misma plataforma
- Que el mantenimiento y reparación de la maquina se pueda realizar en periodos de tiempo pequeños.

Necesidades estéticas y económicas

- Que los módulos de optimización que se vayan a implementar sean amigables con el operario o en determinado caso con el técnico.

- Que el presupuesto para la implementación del diseño de optimización en la máquina sea viable para la empresa.
- Se requiere que el proceso tenga menor producción de productos rechazados.

Tabla 1. Identificación de las necesidades del cliente

Planteamiento del cliente	Identificación de las necesidades
Necesidades funcionales	
Que se realicen mas ciclos de inyección.	La velocidad del proceso debe aumentar
Que la máquina siga funcionando con los diferentes moldes existentes	La maquina seguirá conservando su funcionalidad con los diferentes moldes que se utilizan en el proceso.
Poder medir y visualizar la temperatura de plastificación, la apertura y el cierre del molde, la cantidad de materia prima que se utiliza en cada inyección, etc. mientras se esta efectuando cada ciclo.	El dispositivo que se implementara podrá medir las variables del proceso
	El dispositivo que se implementara contara con un medio de visualización para observar las variables medidas.
Que no cambien las prestaciones con que fue diseñada la maquina y en determinado caso que sean mejoradas.	El dispositivo que se implementara tendrá el propósito de mejorar las prestaciones existentes en la maquina y no desmejorara ninguna de ellas.
Necesidades estructurales	
Que él acople del diseño de optimización con la maquina sea sencillo.	El diseño se realizara en módulos.
	El diseño contara solo con la robustez necesaria para cumplir con el cometido
Que se puedan hacer futuros rediseños sobre su misma plataforma	La plataforma del diseño será independiente de los demás mecanismos.
Que el mantenimiento y reparación de la maquina se pueda realizar en periodos de tiempo pequeños.	El dispositivo contará con un acople sencillo para los mecanismos que se van a controlar
	Los módulos se podrán ensamblar y desmontar fácilmente en poco tiempo
Necesidades estéticas y económicas	
Que los módulos de optimización que se vayan a implementar sean amigables con el operario o en determinado caso con el técnico.	La distribución del cableado sea de fácil acceso
	El diseño contara solo con una interfaz agradable
Que le presupuesto para la implementación del diseño sea viable para la empresa.	Costos óptimos
Se requiere que la producción tenga menos productos rechazados	El diseño proporcionara mas eficiencia en el proceso de inyección.

5.3.2 Especificaciones del producto Este proceso consiste en asignar medidas y valores cuantificables a las especificaciones para realizar un mejor análisis de las necesidades. Las especificaciones del producto se encargan de describir que es lo que debe hacer el producto sin decir como. Por ello es necesario que los

datos ya establecidos tengan la capacidad de entregar la mayor cantidad de datos medibles posibles y es por este motivo que le asignamos dichos valores, conocidos como métricas.

En las tablas mostradas a continuación se establecen las métricas con sus unidades y se relaciona cada una de ellas con las necesidades de la tabla anterior.

Tabla 2. Declaración de las métricas con sus unidades

Metric #	Neces. #	MÉTRICA	Imp.	Unid.
1	6,7	Dimensiones	4	Cm.
2	3,5,6,7,8,10	Visualización de variables	5	I/O
3	4,5,6,7,8,10	Medición de variables	5	Lista 1
4	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,14	Procesamiento de información	5	I/O
5	1,5,14	Velocidad del proceso	5	ciclos/min
6	12	Diseño atractivo	3	Sub.
7	6,10	Módulos removibles	3	Unid.
8	14,15	Tiempo de ensamble y desensamble de módulos	5	Min.
9	5	Consumo de corriente	2	Amp.
10	2	Desempeño general	5	Unid/h
11	13	Costo total	4	Pesos

Lista 1. (Medición de variables)		Units
Velocidad proceso		Ciclos/min.
Temperaturas de plastificación		°c.
Presión de cierre		Libras
Presión de sostenimiento		Libras
Velocidad de inyección		grm/s
Tiempo de inyección		S
Velocidad del husillo		R.P.M
Descompresión del husillo después de la dosificación		I/O
Retorno del husillo		I/O
Seguros y protecciones		I/O
Posición del molde		I/O

Tabla 3. Relación de las métricas con las necesidades

Relación de las métricas con las necesidades		#	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		Métrica	Dimensiones	Visualización de variables	Medición de variables	Procesamiento de información	Velocidad del proceso	Diseño atractivo	Módulos removibles	Tiempo de ensamble y desensamble de módulos	Consumo de corriente	Desempeño general	Costo total
#	Necesidad	Imp.											
1	La velocidad del proceso debe aumentar	5					0					0	
2	La maquina seguirá conservando su funcionalidad con los diferentes moldes que se utilizan en el proceso.	5				0						0	
3	El dispositivo que se implementara podrá medir las variables del proceso	3			0	0							
4	El dispositivo que se implementara contara con un medio de visualización para observar las variables medidas.	3		0									
5	El dispositivo que se implementara tendrá el propósito de mejorar las prestaciones existentes en la maquina y no desmejorara ninguna de ellas	5									0	0	
6	El diseño se realizara en módulos.	4	0										
7	El diseño contara solo con la robustez necesaria para cumplir con el cometido	5										0	

8	La plataforma del diseño será independiente de los demás mecanismos.	4						0				
9	El dispositivo contará con un acople sencillo para los mecanismos que se van a controlar	5						0	0			
10	Los módulos se podrán ensamblar y desmontar fácilmente en poco tiempo	5						0	0			
11	La distribución del cableado sea de fácil acceso	5						0	0			
12	El diseño contará solo con una interfaz agradable	4					0					
13	Costos óptimos	5										0
14	El diseño proporcionará más eficiencia en el proceso de inyección	5				0					0	

5.3.3 Benchmarking. En el intento de asegurar el mejor diseño para el desarrollo, es necesario realizar este estudio, analizando detalladamente como los productos competidores, en este caso las diferentes estrategias de control existentes en el mercado, satisfacen las necesidades del cliente en sus propios productos. Para efectos de un buen análisis se otorgan valoraciones a las nuevas mejoras, con el fin de encontrar los parámetros adecuados para realizar el diseño.

5.3.3.1 Estrategia de control por medio de microcontrolador la implementación de microcontroladores para el control del proceso son una de las alternativas viables gracias a su versatilidad y bajo costo del dispositivo como tal, pero estos son dispositivos que no ofrecen gran robustez y que debido al ambiente de trabajo, resultan ser sensibles a ruidos lo que genera gastos adicionales para el acondicionamiento de señales, incrementando injustificablemente los costos.

5.3.3.2 Estrategia de control por medio de la lógica cableada. El control de procesos por medio de lógica cableada es una de las opciones mas económicas y practicas existentes como estrategias de control en la industria, y tal fue su éxito que aun existen controladores de esta naturaleza en la industria. Con el crecimiento de los procesos y los requerimientos de calidad de los clientes esta estrategia se ha quedado corta en robustez, versatilidad y comodidad, pero gracias a su éxito surgió una nueva generación, conocida como controladores lógicos programables que están basados en la misma filosofía de la lógica cableada, con la ventaja que esta nueva tecnología se desarrolla con el uso de herramientas computacionales (software) para su programación, de allí su nombre Programmable Logic Controller (PLC).

5.3.3.3 Estrategia de control por medio del control lógico programable (PLC)

La implementación de PLC' s como estrategias de control, es una de las alternativas con mayor viabilidad gracias a su robustez versatilidad, y funcionalidad.

Tabla 4. Benchmarking

BENCHMARKING				Micro.	Logia C.	PLC.
#	Necesidad		Imp.			
1	Funcional	La velocidad del proceso debe aumentar	5	3	5	3
2	Funcional	La maquina seguirá conservando su funcionalidad con los diferentes moldes que se utilizan en el proceso.	5	5	5	5
3	Funcional	El dispositivo que se implementara podrá medir las variables del proceso	3	5	5	5
4	Funcional	El dispositivo que se implementara contara con un medio de visualización para observar las variables medidas	3	5	5	3
5	Funcional	El dispositivo que se implementara tendrá el propósito de mejorar las prestaciones existentes en la maquina y no desmejorara ninguna de ellas.	5	3	5	3
6	Estructural	El diseño se realizara en módulos.	4	4	5	3
7	Estructural	El diseño contara solo con la robustez necesaria para cumplir con el cometido	5	3	5	3

8	Estructural	La plataforma del diseño será independiente de los demás mecanismos.	4	4	5	4
9	Estructural	El dispositivo contará con un acople sencillo para los mecanismos que se van a controlar	5	1	5	3
10	Estructural	Los módulos se podrán ensamblar y desmontar fácilmente en poco tiempo	5	1	5	1
11	Estético y económico	La distribución del cableado sea de fácil acceso	5	3	5	1
12	Estético	El diseño contara solo con una interfaz agradable	4	3	5	2
13	Económico	Costos óptimos	5	3	5	3
14	Económico	El diseño proporcionara mas eficiencia en el proceso de inyección	5	4	5	3

5.3.4 Especificaciones preliminares del dispositivo

Tabla 5. Especificaciones preliminares

Métrica #	MÉTRICA	Imp.	Unid.	Valor marginal	Valor ideal
1	Dimensiones	4	Cm.	60-70-25	40-45-25
2	Visualización de variables	5	I/O	I	I
3	Medición de variables	5	Lista 1		
4	Procesamiento de información	5	I/O	I	I
5	Velocidad del proceso	5	ciclos/min		
6	Diseño atractivo	3	Sub..	Aceptable	Bueno
7	Módulos removibles	3	Unid.	<5	<4
8	Tiempo de ensamble y desensamble de módulos	5	Min.	0-100	0-50
9	Consumo de corriente	2	Amp.	acceptable	bueno
10	Desempeño general	5	Unid.	<15	<10
11	Costo total	4	Pesos		

5.4 GENERACIÓN, SELECCIÓN Y PRUEBA DE CONCEPTOS

Generar conceptos para la solución de un problema global resulta ser a menudo ineficiente, dado que al mirar el problema como un todo dificulta discernir en temas minuciosos que aparentemente no tienen importancia, pero por lo general al ser obviados, también se obvian soluciones concretas que aumentan la eficiencia de la solución del problema. Por lo tanto es necesario tomar en cuenta todas las

necesidades del cliente y dividir el problema en subproblemas y de esta manera generar conceptos para la solución de cada subproblema, que se combinarán entre sí, para proporcionar diversas soluciones desde diferentes enfoques al problema global.

En el análisis se podrá determinar todos los pros y los contras de los conceptos seleccionados, y con base a este estudio se podrá seleccionar la mejor combinación que vaya de la mano con las necesidades del cliente y la experiencia del diseñador. El concepto final es obtenido gracias a todos los esfuerzos de diseño realizados con antelación y que proporciona a las necesidades del cliente las soluciones óptimas que se pueden generar gracias a las bondades del diseño estructurado, obteniendo un producto confiable.

5.4.1 Generación de conceptos

Figura 2. Caja negra

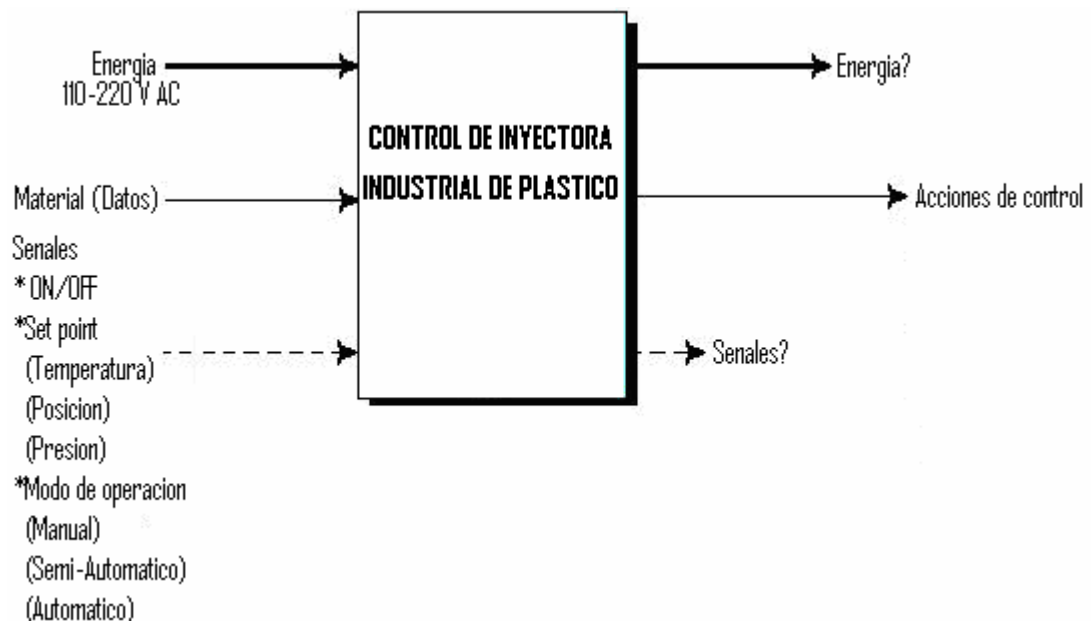
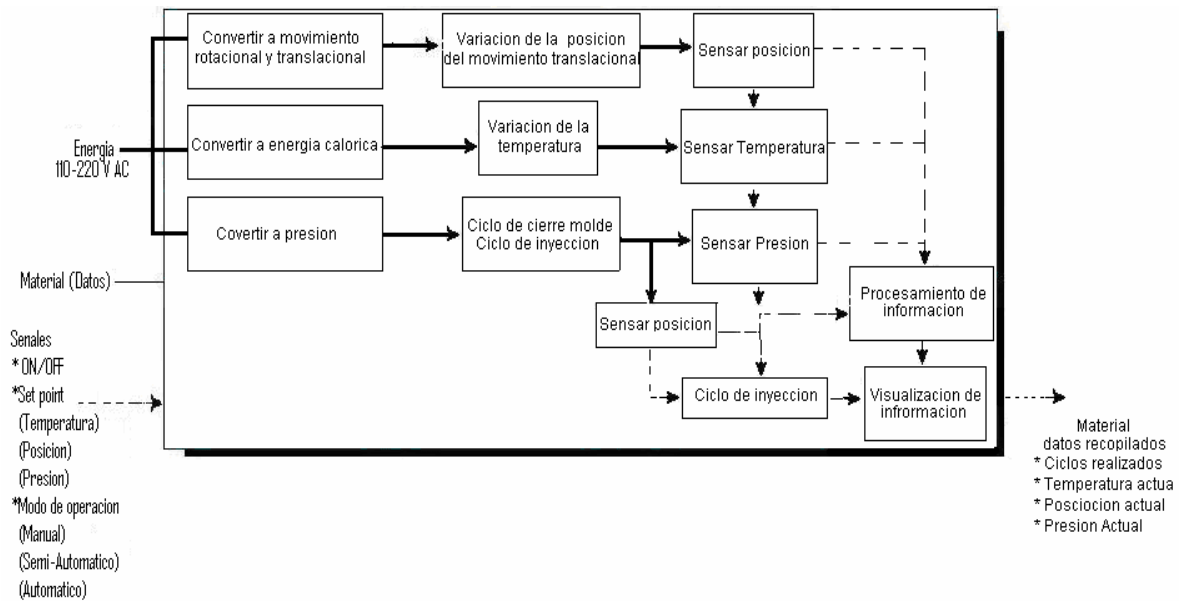


Figura 3. Descomposición funcional



5.4.1.1 Conceptos generados por subfunciones Los bucles de control son los subproblemas de mayor interés para este análisis, pues la naturaleza de la maquina con que fue diseñada, no permite realizar modificaciones en los actuadores presentes en las subfunciones referentes a la conversión de energía eléctrica a las diferentes energías intrínsecas en la maquina (Transformación a energía rotacional, traslacional, calórica). Por lo tanto tenemos que los puntos a considerar son

Procesamiento de información

- PC
- PLC
- Microcontrolador
- Lógica cableada

Visualización de información

- Lcd
- Display 7 segmentos
- Pc

- Touch panel
- HMI estándar

Bucles de control

- Control proporcional, integral y derivativo.
- Control proporcional
- Control On/Off
- Control con lógica difusa.

5.4.1.2 Combinación de conceptos

Figura 4. Concepto 1

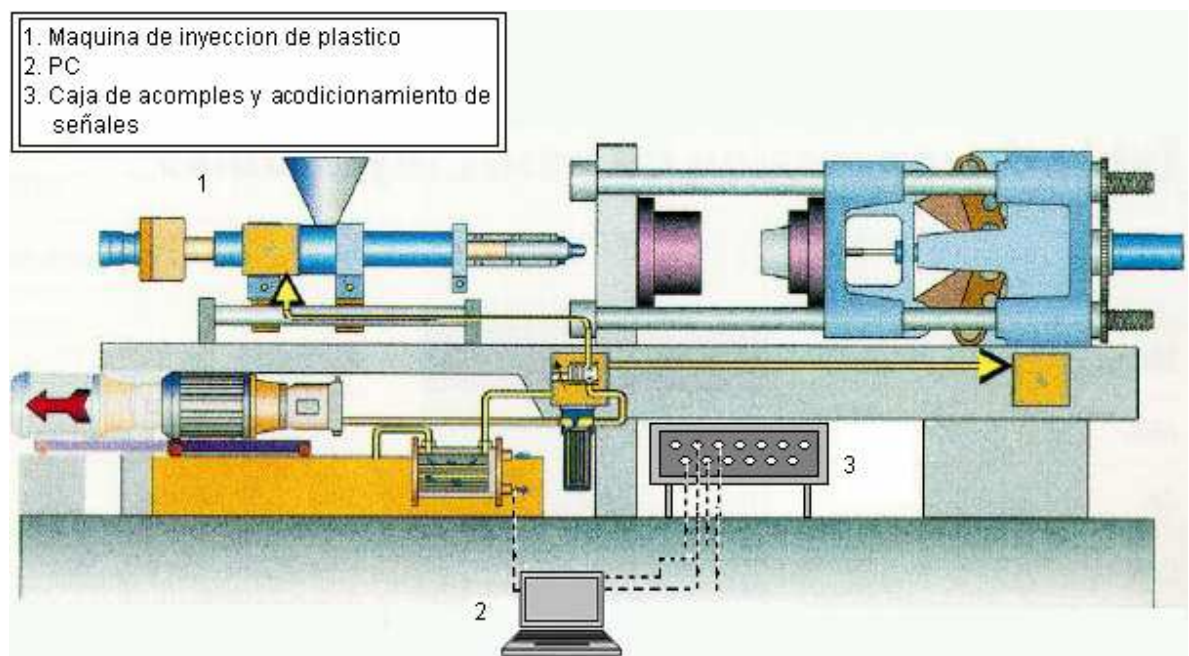


Figura 5 Concepto 2

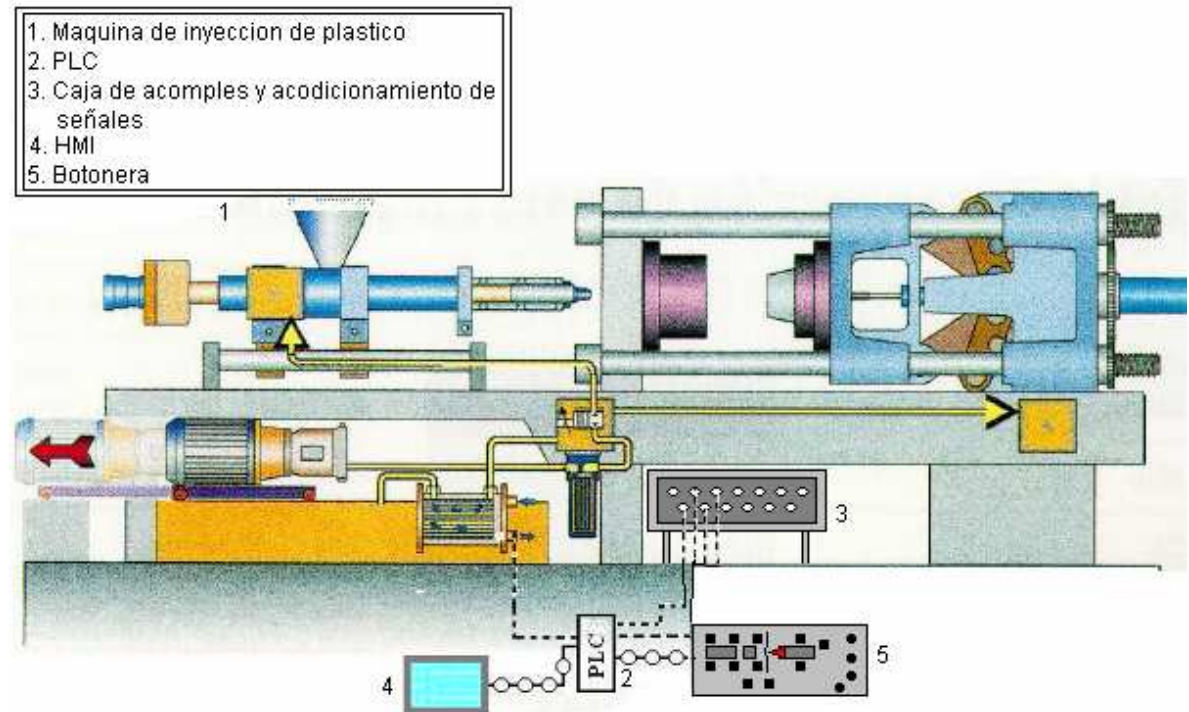


Figura 6 Concepto 3

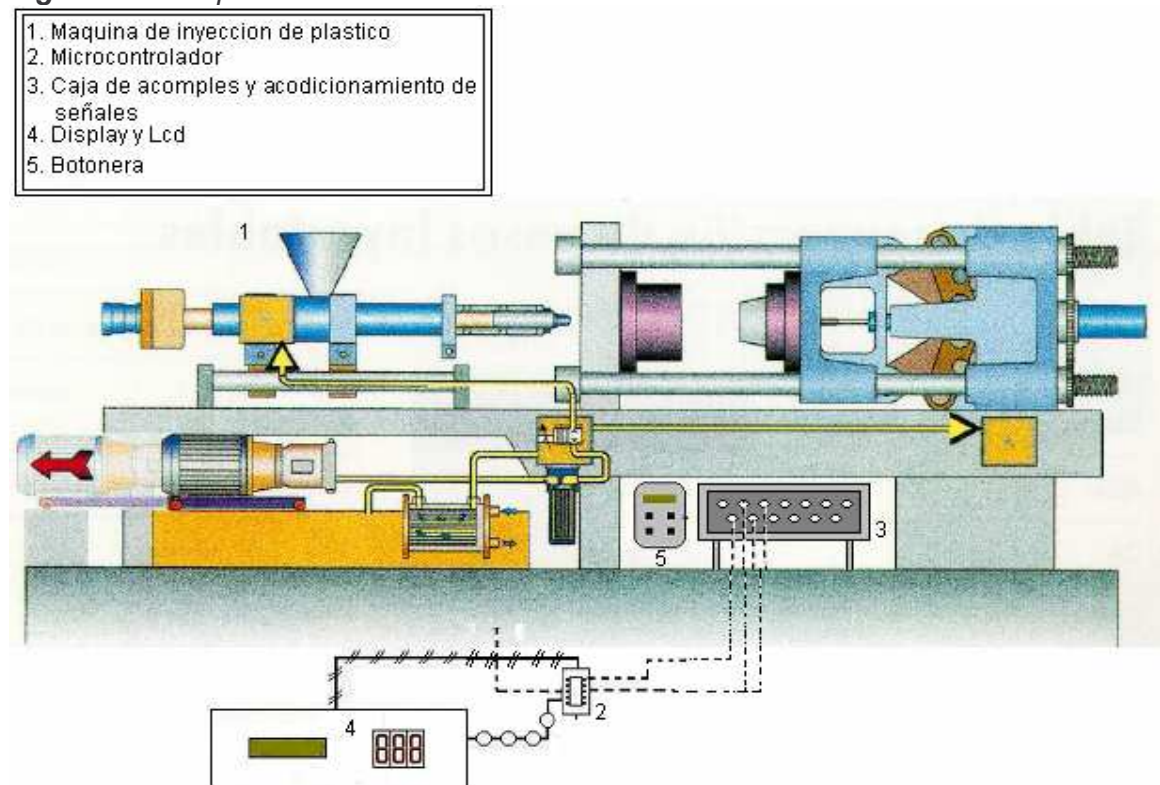
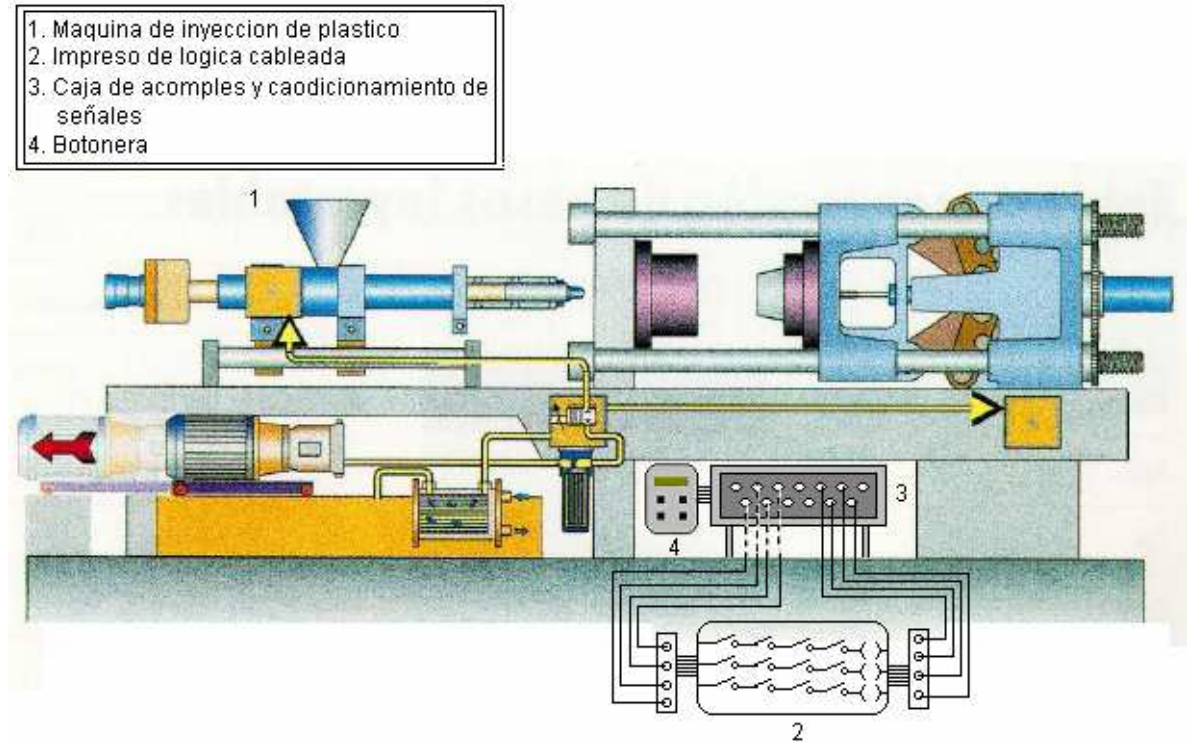


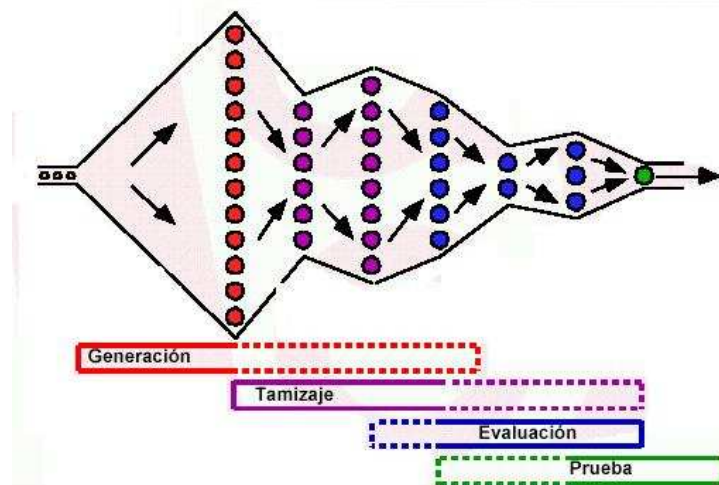
Figura 7 Concepto 4



5.4.2 Selección de conceptos Para la selección de este concepto, se utilizaron criterios relativos de evaluación en donde se selecciona un producto existente como referencia y se valoran los conceptos de forma conjunta.

Este es un método estructurado basado en las necesidades ponderadas del consumidor que consta de dos partes; una matriz de tamizaje donde se filtran algunos conceptos y una matriz de evaluación donde se elige el concepto que se va a desarrollar.

Figura 8. Embudo de la selección de conceptos



Como referencia para la realización de la matriz de tamizaje se tubo en cuenta, la estrategia de control utilizada por una de las maquinas de la misma firma productora de estas, con tecnología posterior a la maquina en cuestión.

- + : Mejor que...
- 0 : Igual a...
- - : Peor que...

Tabla 6. Matriz de tamizaje

Criterios de selección	1	2	3	4	Ref.
Visualización de variables	-	0	-	-	0
Medición de variables	-	0	-	-	0
Procesamiento de información	-	0	-	-	0
Velocidad del proceso	-	0	-	-	0
Diseño atractivo	+	0	-	-	0
Módulos removibles	-	0	-	-	0
Consumo de corriente	+	+	-	-	0
Desempeño general	-	0	-	-	0
positivos	1	+	0	0	
Iguals	1	6	0	0	
Negativos	6	1	8	8	
TOTAL	-4	2	-8	-8	
¿Continuar?	Si	Si	No	No	

- 1 : Mucho peor que...
- 2: Peor que...
- 3: Igual a
- 4: 4Mejor que...
- 5: Mucho mejor que...

Tabla 7. Matriz de evaluación de conceptos

Criterios de selección	Ponderación %	1		2		Ref.	
Visualización de variables	15	5	0.75	5	0.75	5	0.75
Medición de variables	15	5	0.75	5	0.75	1	0.15
Procesamiento de información	15	5	0.75	5	0.75	4	0.6
Velocidad del proceso	20	5	1	4	0.8	4	0.8
Diseño atractivo	5	4	0.2	5	0.25	4	0.2
Módulos removibles	10	4	0.4	4	0.4	4	0.4
Consumo de corriente	10	2	0.2	5	0.5	2	0.2
Desempeño general	10	4	0.4	4	0.4	3	0.3
TOTAL		4.45		4.6		3.4	
¿Desarrollar?		no		si			

5.4.3 Prueba de conceptos Para probar los conceptos se utilizó el criterio pasa no pasa, para establecer cual de los conceptos se acercó mas a los objetivos propuestos. Después se realizó una investigación para comprobar la viabilidad para implementar el concepto seleccionado

Procesamiento de información El concepto seleccionado para esta subfunción fue el PLC, ya que es la estrategia de control que mas se acerca al cumplimiento de los requerimientos del cliente, pues este dispositivo ofrece la versatilidad, flexibilidad y robustez necesarias para este proyecto, a demás si comparamos los costos con los demás dispositivos el, costo beneficio es casi insignificante, dado que estos equipos tienen las protecciones necesarias para trabajar en ambientes hostiles.

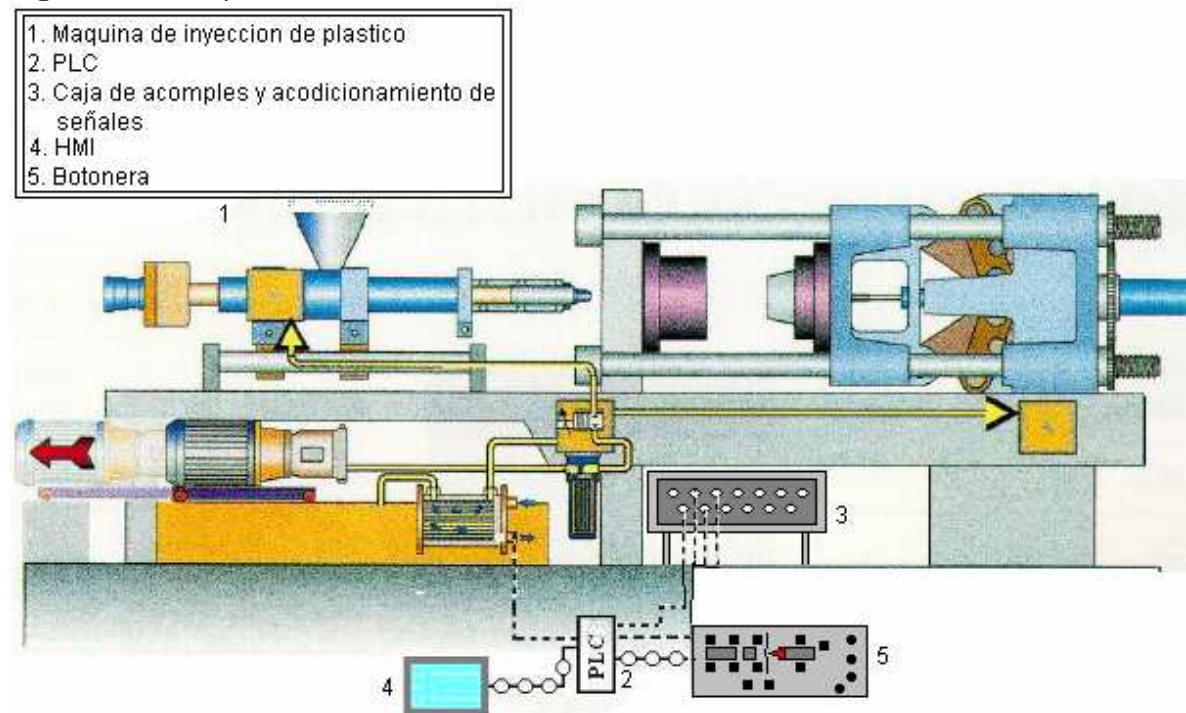
Visualización de información Para esta subfunción se estableció que la interfaz hombre maquina que brinda el proveedor, es la alternativa mas acorde al proyecto, por robustez, afinidad y versatilidad.

Bucles de control Las herramientas que nos ofrecen los PLC nos permite realizar control On/Off, PID, Proporcional, los cuales son apropiados para hacer el control de temperatura, posición y presión respectivamente.

Tabla 7. Matriz de prueba de conceptos

Subfunción	Pasa	No pasa
Procesamiento de informacion	X	
Visualizacion de informacion	X	
Bucles de control	X	

Figura 9. Concepto final



5.5. ESPECIFICACIONES FINALES DEL PRODUCTO

Gracias al análisis realizado en la segunda etapa de diseño y desarrollo, como resultado se obtiene la tabla de especificaciones finales, y con base en estas se lleva a cabo el diseño detallado.

Estas especificaciones están sujetas a un proceso de diseño, y pueden variar en el transcurso del mismo, debido a cambios o eventos inesperados.

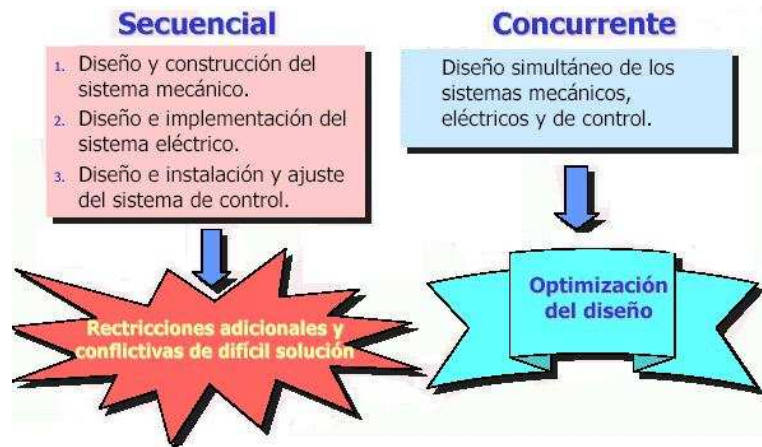
Tabla 8. Especificaciones

Métrica #	MÉTRICA	Imp.	Unid.	Valor marginal	Valor ideal
1	Dimensiones	4	Cm.	60-70-25	40-45-25
2	Visualización de variables	5	I/O	I	I
3	Medición de variables	5	Lista 1		
4	Procesamiento de información	5	I/O	I	I
5	Velocidad del proceso	5	ciclos/min		
6	Diseño atractivo	3	Sub..	Aceptable	Bueno
7	Módulos removibles	3	Unid.	<5	<4
8	Tiempo de ensamble y desensamble de módulos	5	Min.	0-100	0-50
9	Consumo de corriente	2	Amp.	aceptable	bueno
10	Desempeño general	5	Unid/h	<15	<10
11	Costo total	4	Pesos	15'000.000	10'000.000

5.6 DISEÑO DETALLADO

La implementación del sistema de control para la inyectora consta de cuatro etapas básicas, identificación de señales (Entradas y salidas al PLC), determinar las especificaciones técnicas del PLC, identificación del ciclo de trabajo de la maquina, (funciones específicas de la maquina) y documentación electrónica y programación para el control del proceso (control secuencial, control de posición de los diferentes módulos móviles, control de temperatura, y control de presión) , las cuales se trabajaran en la medida de lo posible bajo los criterios de diseño concurrente.

Figura 10. Diseño secuencial vs. concurrente



5.6.1 Identificaron las entradas y salidas del sistema para poder determinar las especificaciones técnicas del PLC.

Tabla 9. Entradas y salidas del sistema

Entradas	Salidas
Manual	Inyectar
Semiautomático	Cargar
Automático	Tobera afuera
Cerrar	Tobera adentro
Abrir	Bomba grande
Expulsor adelante	Bomba pequeña
Expulsor atrás	Descompresión
Tobera adentro	Cerrar
Tobera afuera	Toggle/Untoggle
Inyección	Abrir
Carga	Expulsor atrás
Descompresión	Expulsor adelante
Incremento molde	Alarma

Decremento molde	Lubricar
Core adentro	Incremento molde
Core afuera	Decremento molde
Encender bomba	Core afuera
Micro puerta frontal	Core adentro
Micro puerta trasera	Resistencia 1
Micro core afuera	Resistencia 2
Micro core adentro	Resistencia 3
Lubricación	Resistencia 4
Micro guarda	Resistencia boquilla

Dentro de las cuales tenemos 8 entradas analogas que corresponden a:

- Apertura y cierre de molde
- Posicion del expulsor
- Posicion del usillo para la inyeccion
- Posicion valvula proporcional
- Zona temperatura 1
- Zona temperatura 2
- Zona temperatura 3
- Zona temperatura 4

En los modulos de salidas tenemos 2 salidas analogas que corresponden:

- Control de presion de la valvula proporcional
- Control de la velocidad de la valvula proporcional

5.6.2 Especificaciones tecnicas del PLC Para la realizacion optima de este proyecto fue necesario presindir de un PLC con las siguientes características:

- CPU para PLC con puertos para comunicación con interfaz hombre-maquina
- Modulo de entradas tipo rele, con mas de 24 puertos
- Modulo de salidas tipo rele con, mas de 24 puertos
- Modulo de entradas analogas con mas de 8 canales
- Modulo de salidas analogas con 2 canales
- Modulo de interfas maquina operario

Con los requerimientos técnicos se realizaron las siguientes cotizaciones con la firma SINCRO LTDA, que ofrece PLC's NAIS.

Tabla 10. Primera cotización:

Código	Descripción	Costo
c-2356	CPU para PLC FP2 2048 I/O 16kw prog. 6kw data 2 puertos rs 232 c FP2-C1	1'200.000
c-2357	Power supply voltage 100-220Vac/5Vdc, 2,5 Amp montaje en riel FP2-PSA1	460.000
c-2392	Modulo de expansion digital para PLC FP2 16 IN (12-24Vdc) screw terminal FP2-x16D2	420.000
c-2660	Modulo de expansión digital para PLC FP2 16 OUT NPN 0.5Amp punto screw terminal FP2-Y16T	570.000
c-2492	Modulo de expansión analoga para PLC FP2 4chan OUT +/- 10V o 4-20 mAmp, 12 bit. FP2-DA4	1'350.000
c-1523	Power supply voltage 85-265Vac/24Vdc, 2,1 Amp montaje en riel FP-PS24-050E	450.000
c-2622	Modulo de expansion analoga para PLC FP2 8 IN aislado (JKSRT)STD, Voltage cte TP2-AD8X	1'850.000
c-2358	Base para PLC FP2 de 9 slot FP2-BPO9	530.000
c-2467	Panel operador 240*64 pix graphic display 24Vdc numeric 8 function key 1 slot cimrex 30	2'980.000

Tabla 11. Segunda cotización

Código	Descripción	Costo
c-3032	PLC FP6 con 16 OUT (NPN) CPU interpolation FP6-c325	1'500.000
c-2802	Modulo de expansion analoga para PLC FP0 8 IN 0-5V o 4-20mAmp, 12 bit FP6-AO41 FPΣ	1'150.000
c-2321	Modulo de expansion analoga para PLC FP0 a 4 OUT 4-20mAmp 12 bit FP6-AO41	930.000
c-523	Power supply voltage 85-265Vac, 24 Vdc, 2.1 Amp montaje en riel FP-PS24-050E	400.000
c-2452	Panel operador 240*64 pix graphic display numeric 8 cimrex 30	2'980.000

Realizado el estudio para determinar cuales de estos productos cumplan con los requerimientos se tomo la desicion de comparar el siguiente equipo:

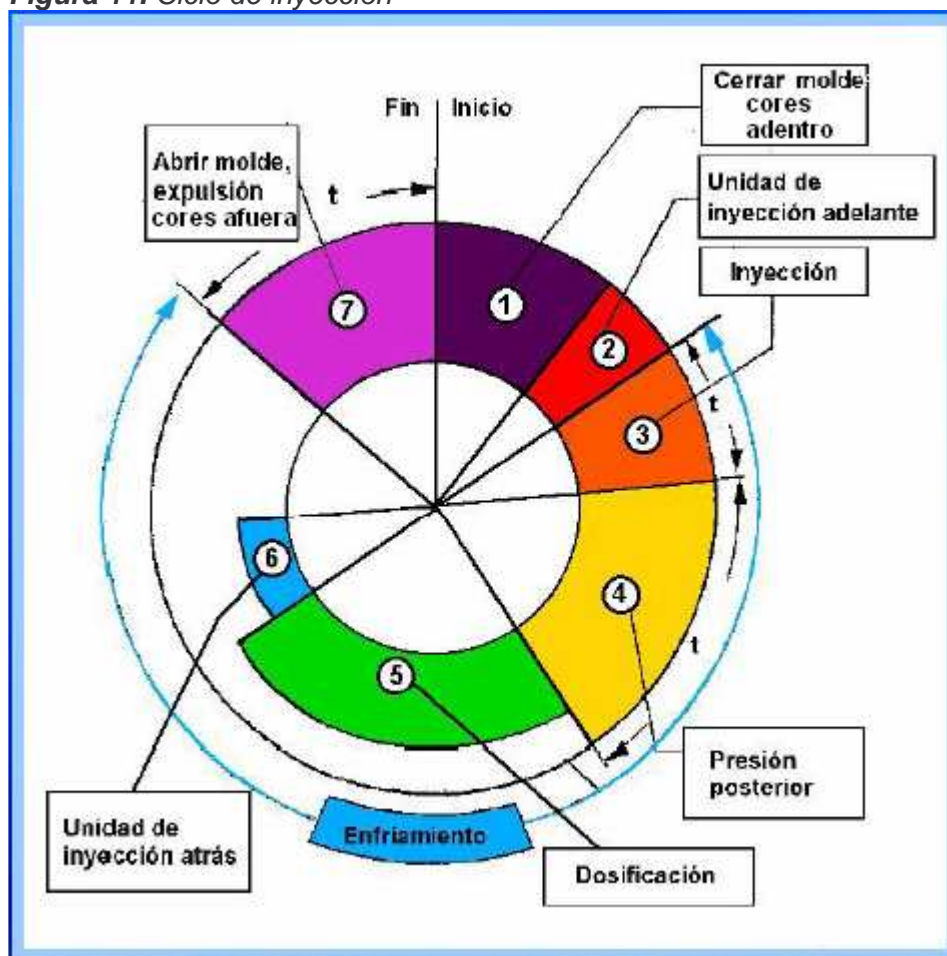
Tabla 12. Selección de equipo

Código	Descripción	Costo
c-3032	PLC FP6 con 16 OUT (NPN) CPU interpolation FP6-c325	1'500.000
c-2802	Modulo de expansion analoga para PLC FP0 8 IN 0-5V o 4-20mAmp, 12 bit FP6-AO41 FPΣ	1'150.000

c-2321	Modulo de expansion analoga para PLC FP0 a 4 OUT 4-20mAmp 12 bit FP6-AO41	930.000
c-523	Power supply voltage 85-265Vac, 24 Vdc, 2.1 Amp montaje en riel FP-PS24-050E	400.000
c-2452	Panel operador 240*64 pix graphic display numeric 8 cimrex 30	2'980.000
c-2392	Modulo de expansion digital para PLC FP2 16 IN (12-24Vdc) screw terminal FP2-x16D2	420.000
c-2660	Modulo de expansión digital para PLC FP2 16 OUT NPN 0.5Amp punto screw terminal FP2-Y16T	570.000

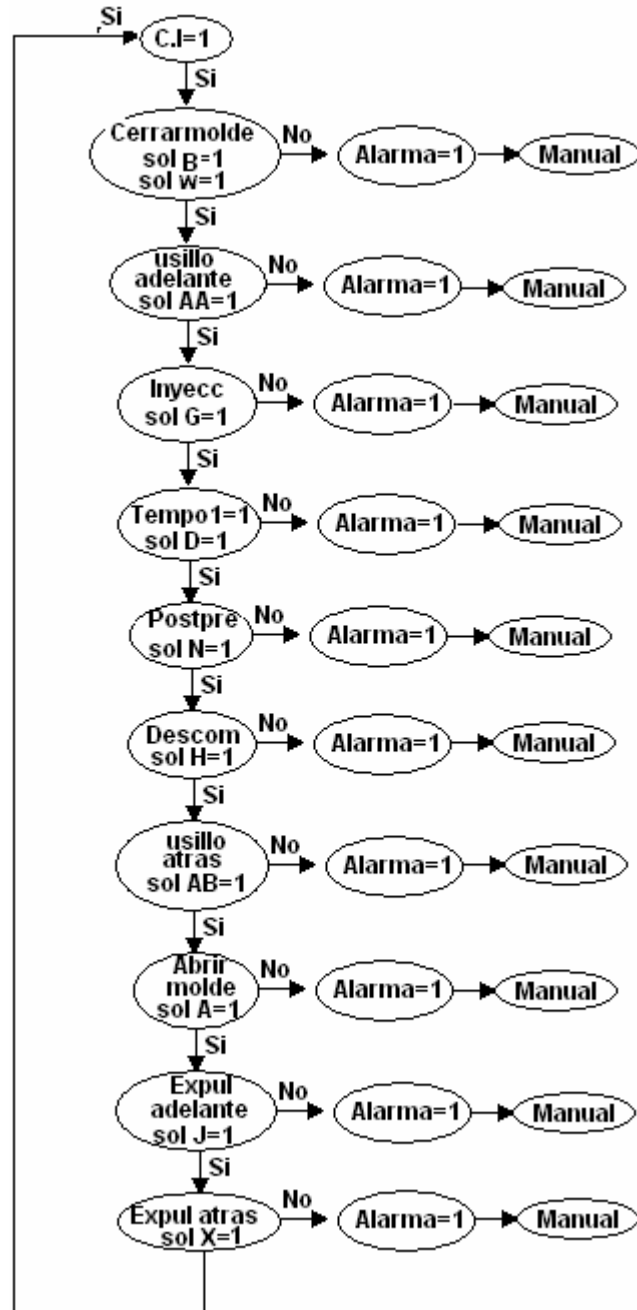
5.6.3 Identificación del ciclo de inyección Esta etapa se enfoco en la identificación del ciclo de trabajo de la maquina el cual se representa en el siguiente diagrama.

Figura 11. Ciclo de inyección



El ciclo de inyección empieza solo sí, todas las condiciones de iniciales se están cumpliendo, de lo contrario se debe generar una alarma. Las condiciones iniciales corresponden a los set point que ingresa el operario y las medidas de protección presentes en la maquina.

Figura 12. Diagrama de flujo



5.6.4 Documentación electrónica y control del sistema El sistema es alimentado directamente de la red eléctrica local de 110 y 220 Voltios, de la cual se derivan las conexiones para los diferentes dispositivos.

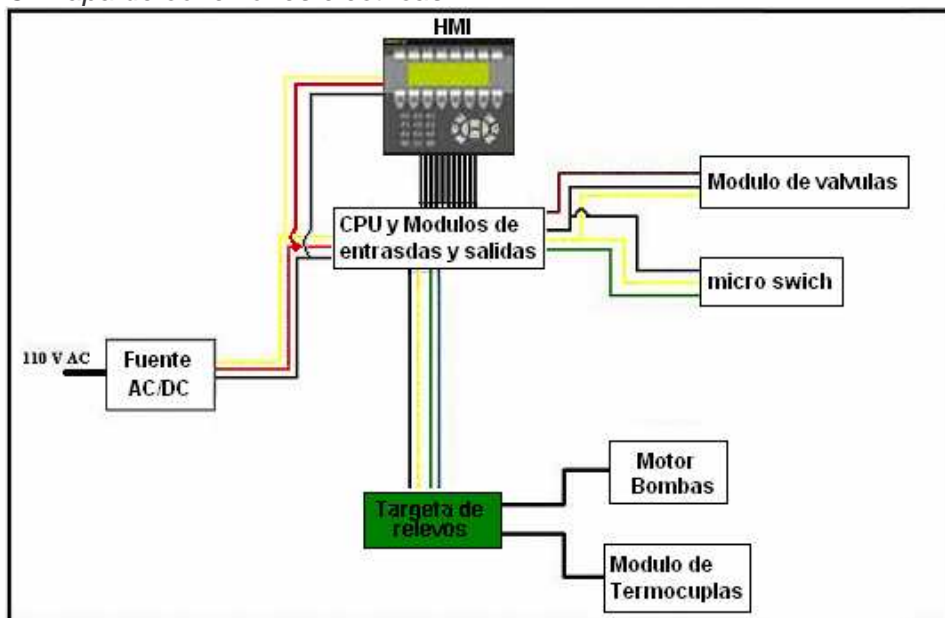
5.6.4.1 Etapa eléctrica (110 y 220 Vac y 60 Hz) Esta etapa es la encargada del suministro de corriente para los dispositivos que funcionan directamente con 110 y 220 Vac.

Esta etapa cuenta con los siguientes elementos:

- Motorreductor eléctrico ac 40 hp a 1200 RPM (220 Vac)
- Circuito de resistencias ac 23195 W a 220 Vac
- Bomba hidráulica a 220 Vac
- Fuente de poder para PLC 110 Vac
- Microswitchs 110 Vac

Mapa de Conexiones Eléctricas

Figura 13. Mapa de conexiones eléctricas.



5.6.4.2 Etapa electrónica (12 y 5 Vdc) Para el suministro de corriente del circuito se utiliza una fuente AC-DC, a la que le entra un voltaje de 110 Vac y entrega voltajes de 12 Vdc.

El circuito básicamente consta de una CPU para PLC encargada de procesar los datos, un modulo de entradas digitales, un modulo de salidas digitales, un modulo de entradas análogas y un modulo de salidas análogas, conversor de corriente a voltaje, protecciones térmicas y demás acondicionamientos de señales mostrados en los anexos, también cuenta con una interfaz para operario por medio de la cual se entran los datos al sistema.

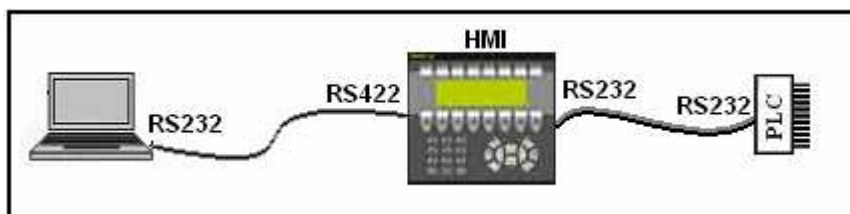
Ver Anexos del 3 al 8 Etapa electrónica

5.6.4.3 Programación para el control del sistema El proceso de programación se dividió de la siguiente manera:

5.6.4.3.1 Programación de interfaz Hombre Máquina este proceso se desarrollo bajo un lenguaje de programación orientado a objetos conocido como CIMREX PROG. en el cual se elabora un diagrama de flujo con todos los parámetros a programar, y por pantalla se van ingresando cada uno de los parámetros. Al terminar la programación de la interfaz de visualización, esta es descargada al modulo de visualización desde el PC por medio de un puerto RS232. El modulo a su vez esta conectado al PLC por medio de un conversor RS232 a RS422.

Desde el PC se configura El PLC y el modulo de visualización, con los mismos parámetros (9600bd, 8 bits de datos, 1 bit parada, sin bit de paridad).

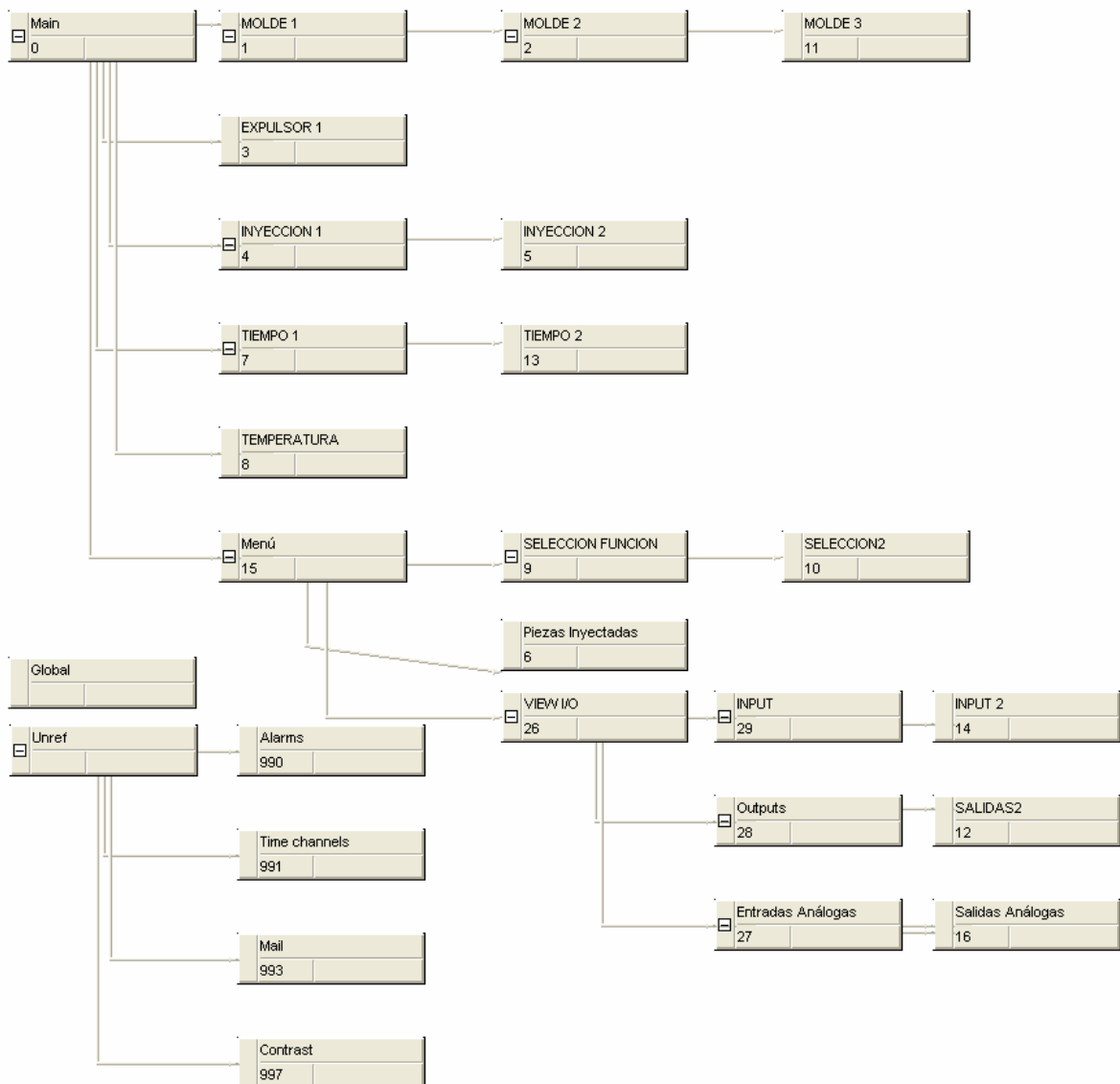
Figura 14. Configuración de comunicación.



Dentro de los parámetros que se programan tenemos:

- Configuración de apertura y cierre de molde.
- Configuración de expulsor
- Configuración de inyección
- Configuración de tiempos
- Configuración de temperaturas
- Alarmas
- Monitoreo de entradas y salidas

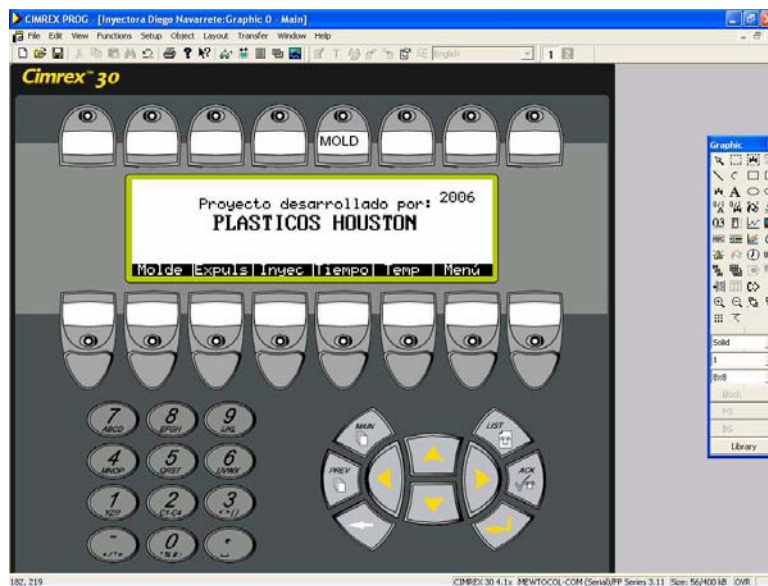
Figura 15. Diagrama de flujo del HMI



Para configurar los eventos se ingresa a cada pantalla dando doble clic en cada uno de los bloques eligiendo la pantalla que se desea configurar. Por ejemplo para configurar la pantalla de inicio se ingresa por “main” y se modifican las propiedades de acuerdo a las necesidades.

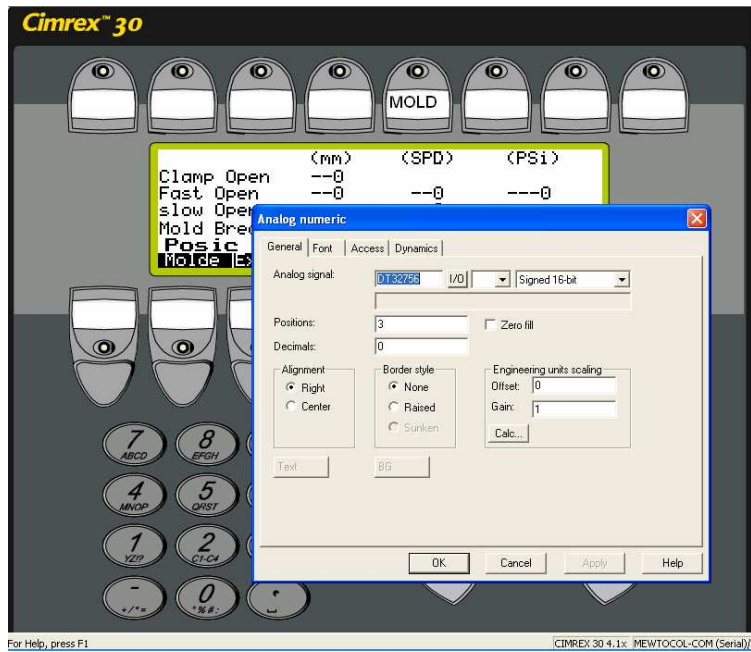
Cada pantalla se ve de la siguiente manera:

Figura 16. Pantalla de inicio



Cada valor que se ingresa por medio de la pantalla, se le reserva un espacio de memoria en el PLC, denotado con las siglas DT. También se configura la cantidad de caracteres deseados y el rango en que se trabaja esta variable, con sus demás características.

Figura 17. Configuración de parámetros



5.6.4.3.2 Programación de bucles de control Tanto el control secuencial del proceso, como el control de las variables análogas fueron desarrollados y programados en su totalidad bajo el ladder del PLC gracias a todas las herramientas presentes en este equipo. El lenguaje utilizado es conocido como FPWin GR, abundante en herramientas que facilitan al programador el desenvolvimiento en su entorno agradable.

Ver **Anexo 16.** Programación en ladder.

6. CONCLUSIONES

- Con el desarrollo de este proyecto podemos concluir que al rediseñar este dispositivo se logra un avance tecnológico importante y al utilizar métodos como el QFD se logra aumentar la calidad de nuestros productos notablemente lo cual es de gran importancia para aumentar la competitividad para abarcar un mercado más amplio.
- Al realizar una planeación correcta podemos identificar claramente que clase de mejoras se requiere en el dispositivo y al determinar correctamente los problemas presentes, podemos ofrecer soluciones optimas que satisfagan las necesidades previamente planteadas.
- El proceso de desarrollo estructurado es un proceso de reiterativa realimentación; por lo tanto nos brinda grandes ventajas, tales como realizar un diseño ordenado y eficiente, capaz de cumplir con todos los objetivos planteados, a demás permite la interacción de todas las partes involucradas en el desarrollo del proyecto, haciendo que el universo de soluciones posibles sea mayor lo cual permite la concepción de un producto de alta calidad.
- La generacion de conceptos mediante metodos estructurados nos permite visualizar una gran variedad de soluciones y al seleccionar y porbar adecuadamente dichos conceptos generalmente se garantiza que el proceso culminará con resultados optimos.
- Después de realizar la implementación del diseño se pudo comprobar los excelentes resultados en el incremento de la producción gracias al aumento de ciclos por hora.

BIBLIOGRAFÍA

OTTO, K. Products Designs: Techniques in Reverse Engineering and New Product Development. 2 ed. New York : Prentice Hall, 2001. 649 p.

ULRICH, Karl T. Products Designs : Product Design and Development. 2 ed. New York: McGraw Hill, 2000. 483 p.

Negri bossi. "Moldes y maquinas de inyección para la transformación de plásticos". 2 ed. Mexico: Mc. Graw Hill, 1992. 552 p.

AROMAT CORPORATION. Matsushita Electric Works America: NAIS Manual. New Providence. New Jersey: Aromat Corporation, 2005. 6 p.

Anexo 1. Instrucciones de uso

1. Encienda la fuente de poder general.
2. Ingrese a cada pantalla presionando su correspondiente tecla como se muestra en la *figura 1*.

Ejemplo, presione la tecla **F2** para ingresar a la pantalla molde como muestra la figura.

Figura 1 Ingresar pantalla molde1



NOTA: Para desplazarse a cada uno de los parámetros que desee modificar, se deben utilizar las flechas $\vee > \wedge <$. Cuando este ubicado en el parámetro que desee modificar digite el valor deseado y pulse la tecla \blacktriangledown . Después puede desplazarse al próximo valor que desee ingresar.

3. Configure los parámetros mostrados en pantalla como se indica en cada pantalla. Para pasar a la siguiente pantalla pulse **F8**.

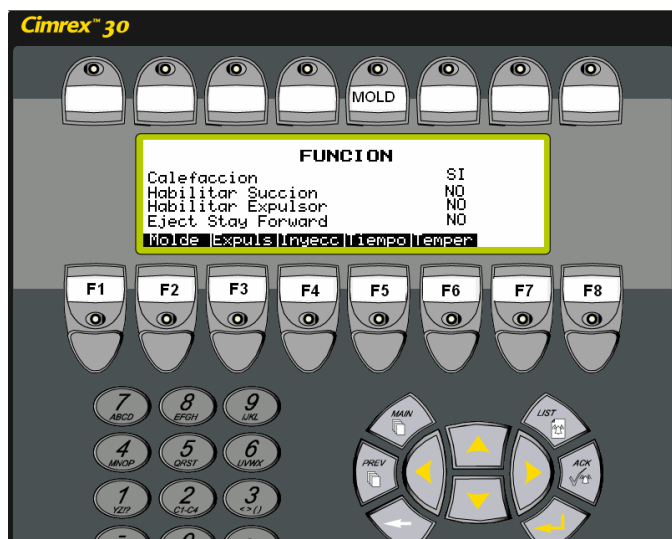
Ejemplo Pase a la pantalla **MOLDE 2** presionado la tecla **F8**, como se muestra en la figura.

Figura 2 Ingresar pantalla molde3



- Al terminar de configurar todos los parámetros de **MOLDE**, haga el mismo procedimiento del numeral 2 y 3 para configurar los parámetros de **EXPULSOR, INYECCIÓN, TIEMPO Y TEMPERATURA**.
- Ingresa desde cualquier pantalla con la tecla **F7** a la pantalla menú, para ingresar a la pantalla funciones, en donde podrá habilitar diferentes funciones.

Figura 3 Habilitar funciones.



6. En la pantalla menú también encontrará la opción **Habilitar contador**, que le permitirá ver en tiempo real el numero de ciclos realizados por la maquina desde el momento fue habilita esta función.
7. La opción **View I/O** en la pantalla menú le permitirá monitorear en tiempo real el estado de cada una de las entradas y salidas digitales y análogas al PLC.
8. Al terminar de configurar cada uno de los parámetros en las pantallas mencionadas con anterioridad, la maquina estará lista para empezar a realizar los ciclo de producción en el modo que el operario desee, (manual, semiautomático, automático.)
9. En la parte inferior derecha del modulo de visualización aparece la tecla (**LIST**) que muestra una pantalla con las alarmas cuando estas son generadas; de esta manera se indica al operario que tipo de falla esta presentando la maquina. Después de visualizar la falla y corregirla se debe confirmar con la tecla **ACK**. La tecla **MENÚ** es un acceso directo a la pantalla principal del modulo de visualización.

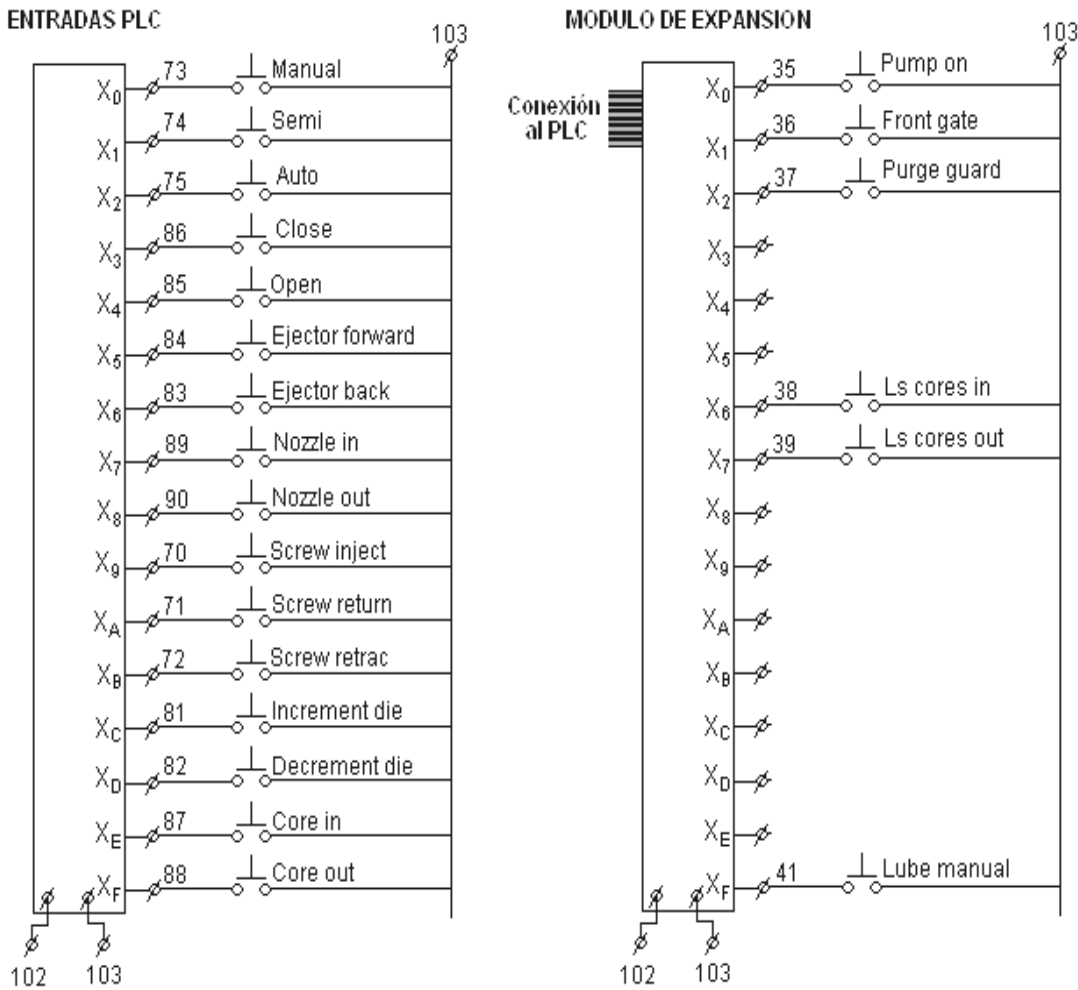
Figura 4 Alarmas.



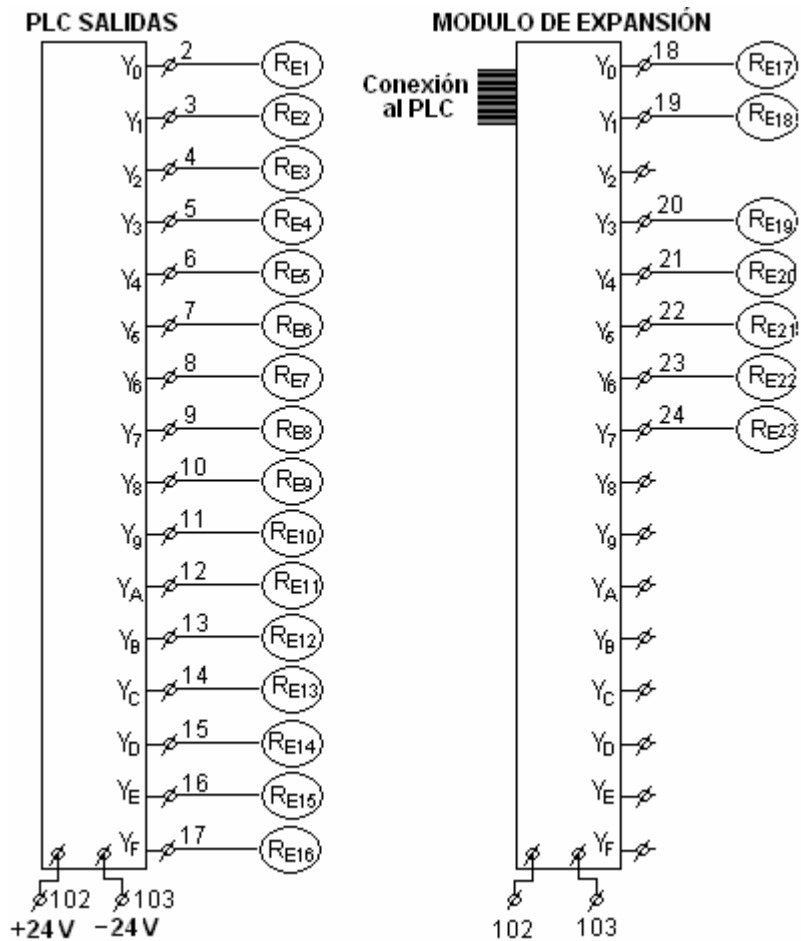
Anexo 2. Presupuesto

RECURSOS	Costo
Elementos de escritorio y papelería	\$ 60.000
Comunicaciones(teléfono, fax, internet)	\$ 85.000
Bibliografía	\$ 350.000
Transporte y gastos de viajes	\$ 300.000
Materiales	
Parte electrónica	
PLC FP6 con 16 OUT (NPN) CPU interpolation FP6-c325	\$ 1'500.000
Modulo de expansion analoga para PLC FP0 8 IN 0-5V o 4-20mAmp, 12 bit FP6-AO41 FPΣ	\$ 1'150.000
Modulo de expansion analoga para PLC FP0 a 4 OUT 4-20mAmp 12 bit FP6-AO41	\$ 930.000
Power supply voltage 85-265Vac, 24 Vdc, 2.1 Amp montaje en riel FP-PS24-050E	\$ 400.000
Panel operador 240*64 pix graphic display numeric 8 cimrex 30	\$ 2'980.000
Modulo de expansion digital para PLC FP2 16 IN (12-24Vdc) screw terminal FP2-x16D2	\$ 420.000
Modulo de expansión digital para PLC FP2 16 OUT NPN 0.5Amp punto screw terminal FP2-Y16T	\$ 570.000
Costos varios	\$ 1'000.000
Gran total:	\$ 8'395.000

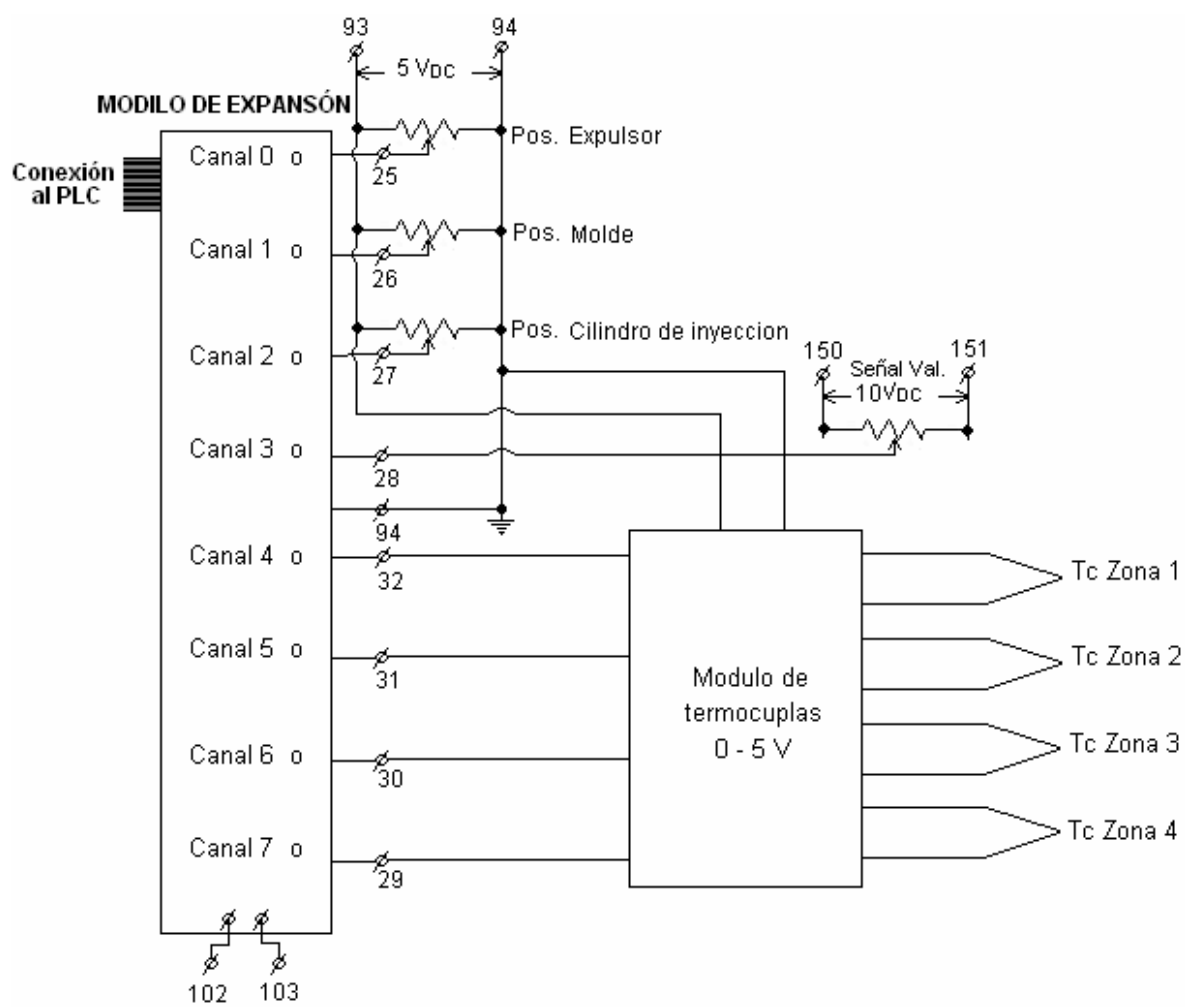
Anexo 3. Puerto de Entradas Digitales



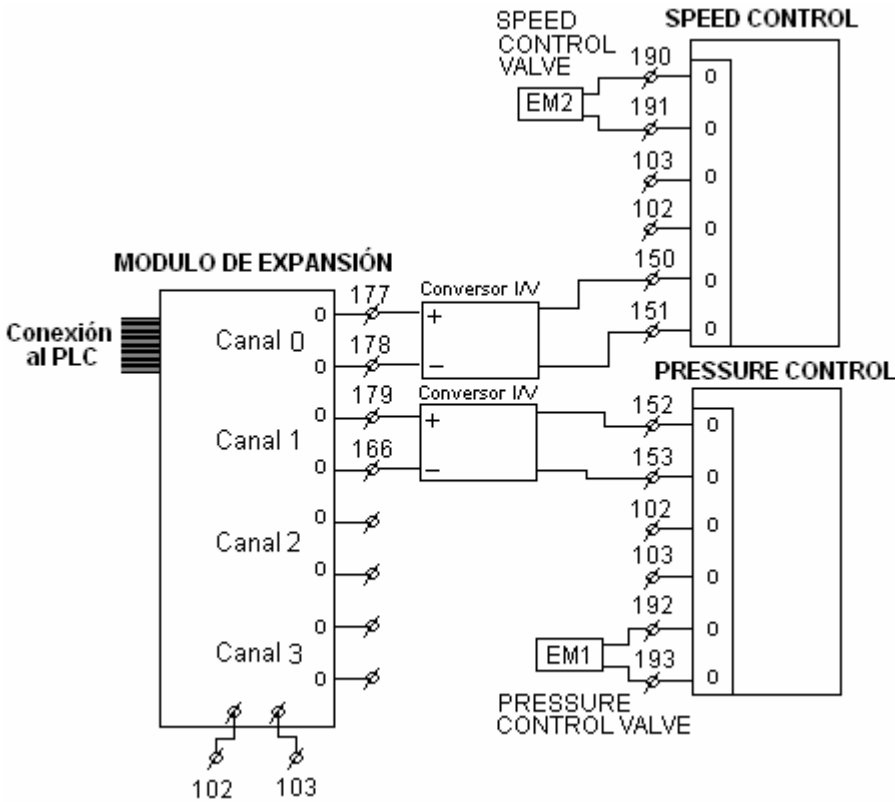
Anexo 4. Puerto de Salidas Digitales



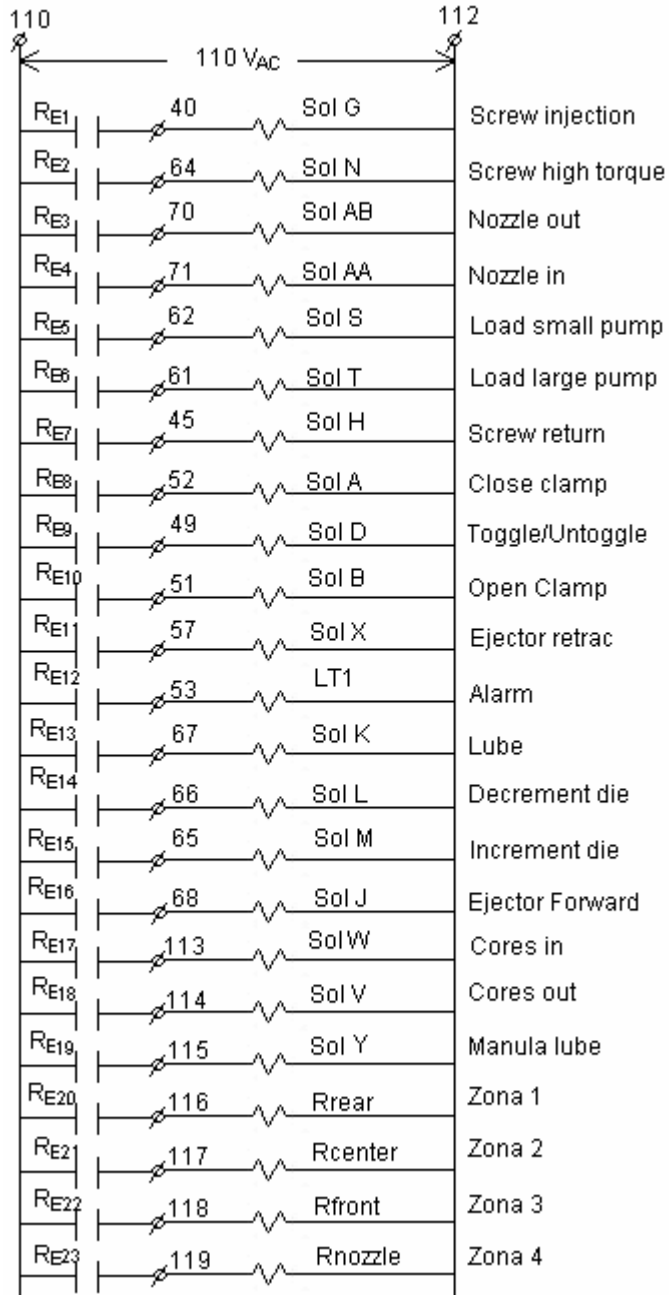
Anexo 5. Puerto de Entradas Análogas



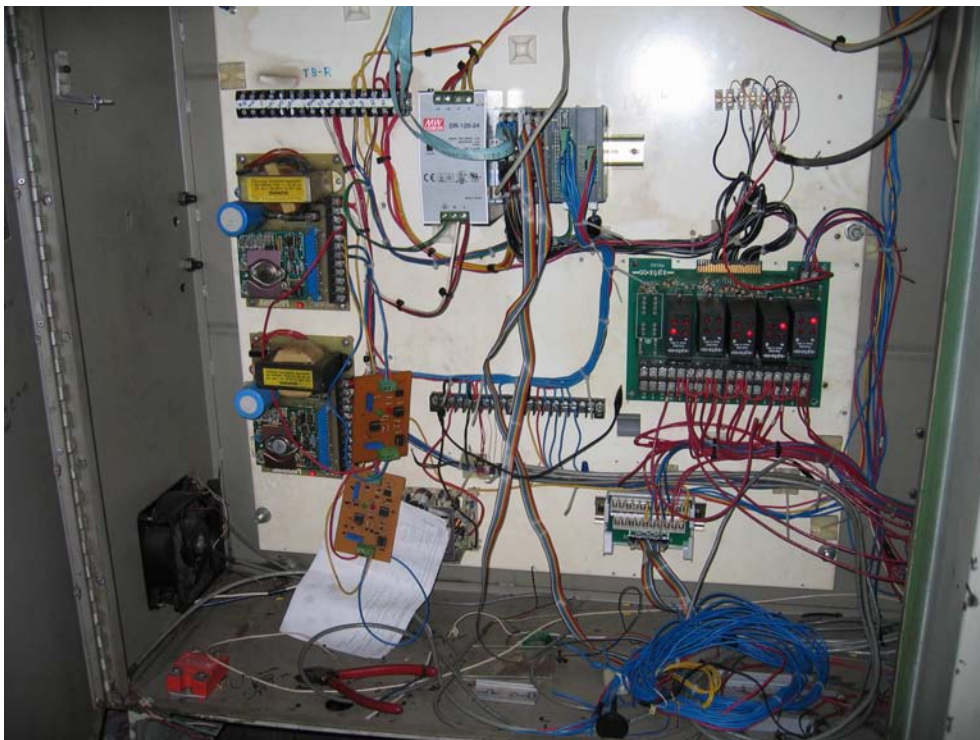
Anexo 6. Puerto de Salidas Análogas



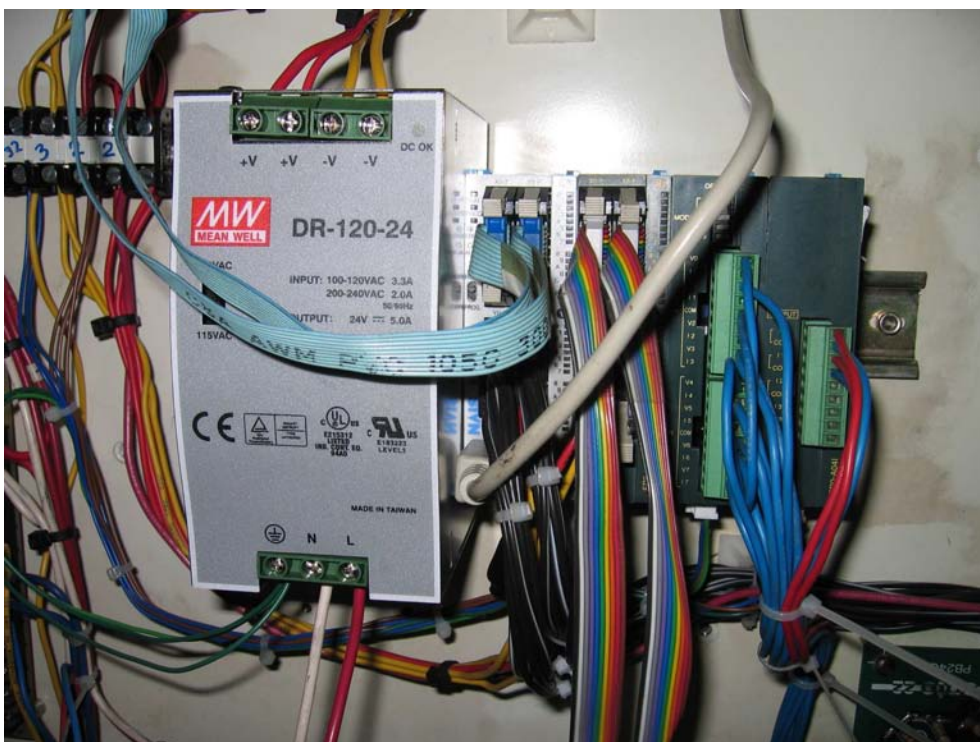
Anexo 7. Relevos



Anexo 8. Foto instalaciones



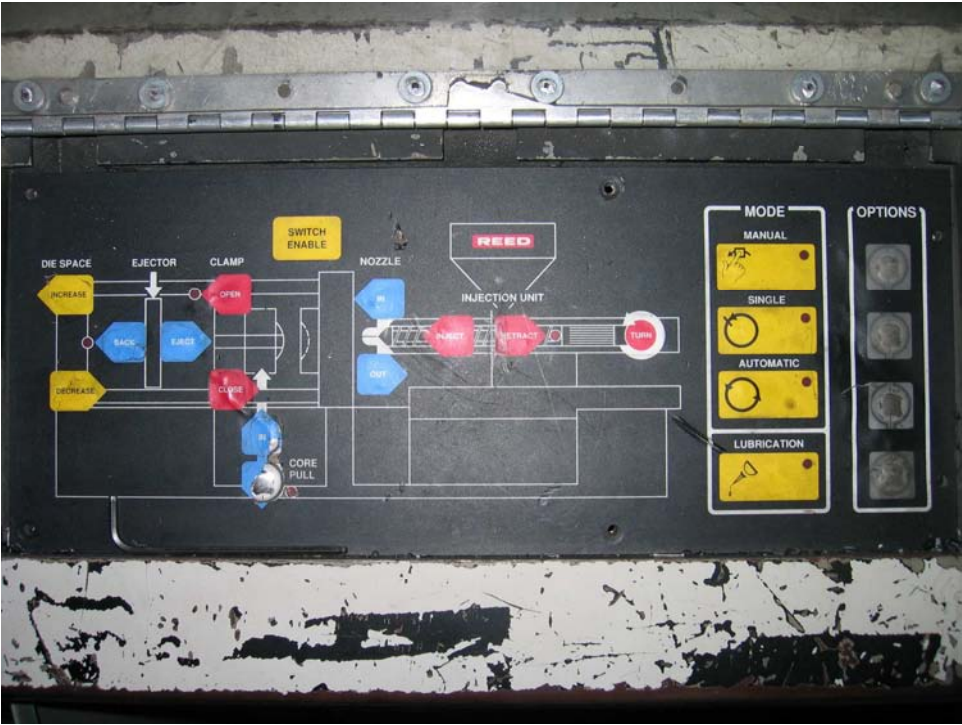
Anexo 9. PLC y Módulos de Expansión



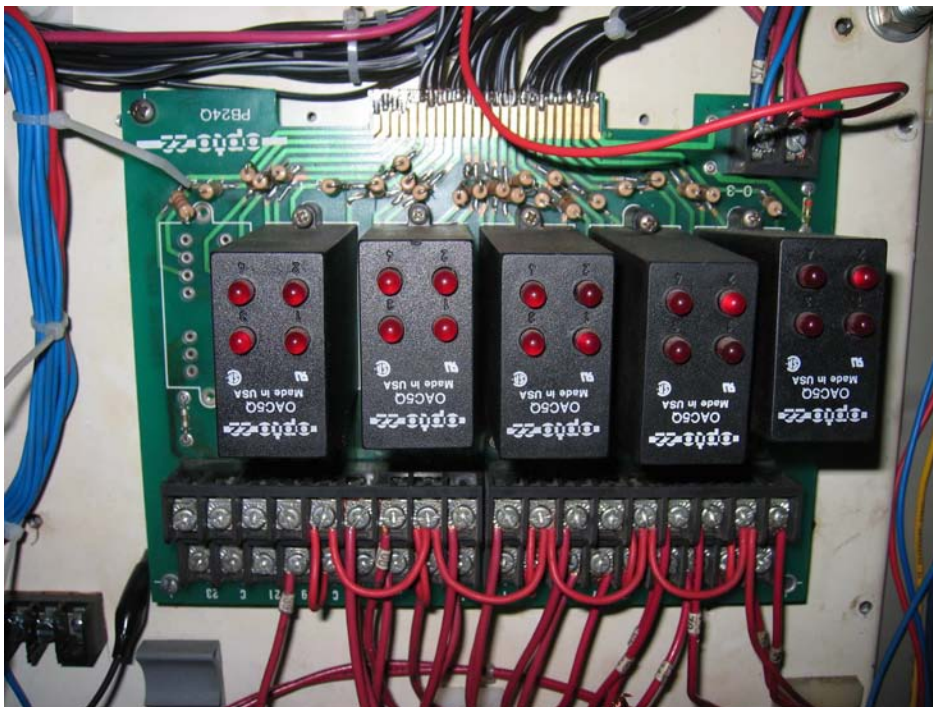
Anexo 10. Modulo HMI



Anexo 11. Botonera



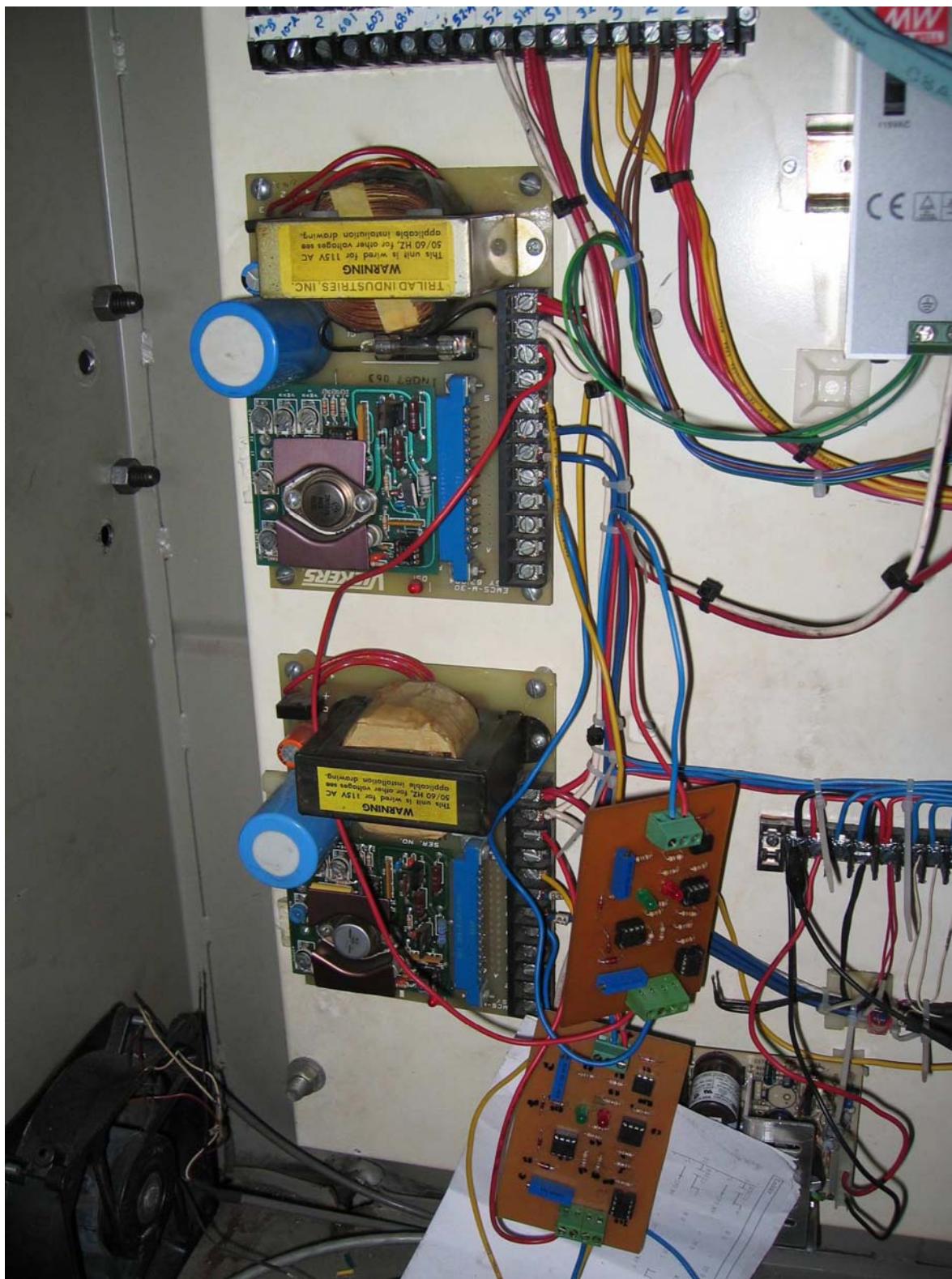
Anexo 12. Relevos



Anexo 13. Maquina Inyectora



Anexo 14. Acondicionamiento de señales Válvula Proporcional.



Anexo 15. Paper formato ifac

OPTIMIZACION DE INYECTORA DE PLASTICO INDUSTRIAL

Cesar Augusto Navarrete Hurtado
canh77@hotmail.com

Universidad Autónoma de Occidente
División de Automática y Electrónica
Ingeniería Mecatrónica

Abstract: El proceso inicia con la elaboración de un estudio detallado de las necesidades planteadas por la empresa PLÁSTICOS HOUSTON E.U. una vez realizado el estudio se generan diferentes conceptos que suplan dichas necesidades, de todos los conceptos generados solo uno es seleccionado por medio de un tamizaje. Este concepto es pasado por una serie de pruebas que confirman su viabilidad para implementarlo. Por último se realiza un diseño detallado que servirá de soporte para su implementación.

- **Keywords:** Husillo, PLC, Microcontrolador, Ciclo de inyección, Lader, HMI, Set Point, Cores, Molde, Relevos, Acondicionamiento de señales, Termoplásticos, Contrapresión regulable.

INTRODUCCIÓN

La industria del Valle del Cauca esta evolucionando y cambiando al paralelo de las industrias del resto del país, gracias a las exigencias que propone la globalización, la normatividad para el mejoramiento de calidad, entre otras. Por este motivo los empresarios están tomando decisiones modernas y visionarias para alcanzar los estándares establecidos por las entidades competentes que les atañe estos temas y sobre todo por las exigencias del mercado y el cliente final; por esta razón, los grandes empresarios invierten grandes sumas de dinero para la importación de costosos equipos industriales; mientras los pequeños y medianos empresarios acuden a los beneficios que proporcionan la automatización y optimización de los equipos de segunda y tercera generación que hacen parte de su instrumental, cumpliendo con ello los estándares y consiguiendo excelentes prestaciones a menores costos.

La empresa PLÁSTICOS HOUSTON quiere adoptar la estrategia de optimizar sus procesos, para mejorar el rendimiento de su producción, la calidad de sus productos, además de posicionar mejor el nombre de la empresa en el mercado y de esta manera proporcionar al cliente mayor satisfacción al elegirlos a ellos como sus proveedores y como consecuencia de esto aumentar sus ingresos netos. (incrementar sus utilidades)

Para la empresa es muy importante asegurar la calidad de sus productos y para ello debe contar con procesos óptimos y eficientes, que les permita generar ahorros relevantes en tiempos de producción, en insumos, material y en ultimas ahorros monetarios.

2. DESARROLLO DEL CONCEPTO

2.1 PLANTEAMIENTO DE LA MISIÓN

Descripción del Producto:

- Diseño para la optimización de maquina inyectora industrial de plástico.

Principales Objetivos de Marketing:

- Obtener una mejor calidad en los productos ofrecidos por la empresa.
- Cumplir satisfactoriamente con el volumen de demanda requerido por los clientes.
- Desarrollar un sistema simple, funcional que permita disminuir los costos de producción para ofrecer un producto mas económico.

Mercado Primario:

- PLÁSTICOS HOUSTON, planta de producción.

Mercado Secundario:

- Pequeñas y medianas empresas dedicadas a la producción de artículos termo inyectados.
- Distribuidores de maquinaria de segunda mano.

Premisas y Restricciones:

- Diseño confiable, ágil, versátil, con dimensiones apropiadas para la implementación en la maquina.
- Se trabajará en ambientes con altas temperaturas.
- Facilidad de mantenimiento y reparación.
- Buena estética (diseño industrial).

Partes Implicadas:

- Planta de producción.
- Departamento control de calidad.
- Personal de ventas.
- Operarios.
- Distribuidores de maquinaria de inyección industrial.

2.2 LISTA DE NECESIDADES DEL CLIENTE

Necesidades funcionales

- Que se realicen más ciclos de inyección.
- Que la máquina siga funcionando con los diferentes moldes existentes.
- Poder medir y visualizar la temperatura de plastificación, la apertura y el cierre del molde, la cantidad de materia prima que se utiliza en cada inyección, etc. mientras se esta efectuando cada ciclo.
- Que no cambien las prestaciones con que fue diseñada la maquina y

en determinado caso que sean mejoradas.

Necesidades estructurales

- Que el acople del diseño de optimización con la maquina sea sencillo.
- Que se puedan hacer futuros rediseños sobre su misma plataforma
- Que el mantenimiento y reparación de la maquina se pueda realizar en periodos de tiempo pequeños.

Necesidades estéticas y económicas

- Que los módulos de optimización que se vayan a implementar sean amigables con el operario o en determinado caso con el técnico.
- Que el presupuesto para la implementación del diseño de optimización en la máquina sea viable para la empresa.
- Se requiere que el proceso tenga menor producción de productos rechazados.

Tabla 1. Identificación de las necesidades del cliente

Planteamiento del cliente	Identificación de las necesidades
Necesidades funcionales	
Que se realicen mas ciclos de inyección.	La velocidad del proceso debe aumentar
Que la máquina siga funcionando con los diferentes moldes existentes	La maquina seguirá conservando su funcionalidad con los diferentes moldes que se utilizan en el proceso.
Poder medir y visualizar la temperatura de plastificación,	El dispositivo que se implementara podrá medir las variables del proceso

apertura y el cierre del molde, la cantidad de materia prima que se utiliza en cada inyección, etc. mientras se esta efectuando cada ciclo.	El dispositivo que se implementara contara con un medio de visualización para observar las variables medidas.
Que no cambien las prestaciones con que fue diseñada la maquina y en determinado caso que sean mejoradas.	El dispositivo que se implementara tendrá el propósito de mejorar las prestaciones existentes en la maquina y no desmejorara ninguna de ellas.
Necesidades estructurales	
Que el acople del diseño de optimización con la maquina sea sencillo.	El diseño se realizara en módulos. El diseño contara solo con la robustez necesaria para cumplir con el cometido
Que se puedan hacer futuros rediseños sobre su misma plataforma	La plataforma del diseño será independiente de los demás mecanismos.
Que el mantenimiento y reparación de la maquina se pueda realizar en periodos de tiempo pequeños.	El dispositivo contará con un acople sencillo para los mecanismos que se van a controlar Los módulos se podrán ensamblar y desmontar fácilmente en poco tiempo
Necesidades estéticas y económicas	
Que los módulos de optimización que se vayan a implementar sean amigables con el operario o en determinado caso con el técnico.	La distribución del cableado sea de fácil acceso El diseño contara solo con una interfaz agradable
Que le presupuesto para la implementación del diseño sea viable para la empresa.	Costos óptimos

Se requiere que la producción tenga menos productos rechazados	El diseño proporcionara mas eficiencia en el proceso de inyección.
--	--

2.3 BENCHMARKING. En el intento de asegurar el mejor diseño para el desarrollo, es necesario realizar este estudio, analizando detalladamente como los productos competidores, en este caso las diferentes estrategias de control existentes en el mercado, satisfacen las necesidades del cliente en sus propios productos. Para efectos de un buen análisis se otorgan valoraciones a las nuevas mejoras, con el fin de encontrar los parámetros adecuados para realizar el diseño.

2.3.1 Estrategia de control por medio de microcontrolador. la implementacion de microcontroladores para el control del proceso son una de las alternativas viables gracias a su versatilidad y bajo costo del dispositivo como tal, pero estos son dispositivos que no ofrecen gran robustez y que debido al ambiente de trabajo, resultan ser sencibles a ruidos lo que genera gastos adicionales para el acondicionamiento de señales, incrementando injustificablemente los costos.

2.3.2 Estrategia de control por medio de la lógica cableada. El control de procesos por medio de lógica cableada es una de las opciones más económicas y practicas existentes como estrategias de control en la industria, y tal fue su éxito que aun existen controladores de esta naturaleza en la industria. Con el crecimiento de los procesos y los requerimientos de calidad de los clientes esta estrategia se ha quedado corta en robustez, versatilidad y comodidad, pero gracias a su éxito surgió una nueva generación, conocida como controladores lógicos programables que están basados en la misma filosofía de la lógica cableada, con la ventaja que esta nueva tecnología se desarrolla con el uso de herramientas computacionales (software) para su programación, de allí su nombre Programmable Logic Controller (PLC).

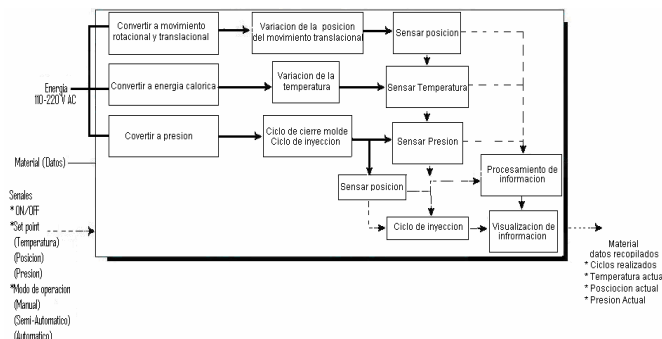
2.3.3 Estrategia de control por medio del control lógico programable (PLC) La implementación de PLC' s como estrategias de control, es una de las alternativas con mayor viabilidad gracias a su robustez versatilidad, y funcionalidad.

2.4 GENERACIÓN, SELECCIÓN Y PRUEBA DE CONCEPTOS

Generar conceptos para la solucion de un problema global resulta ser a menudo ineficiente, dado que al mirar el problema como un todo dificulta discernir en temas minuciosos que aparentemente no tienen importancia, pero por lo general al ser obviados, tambien se obvian soluciones concretas que aumentan la eficiencia de la solucion del problema. Por lo tanto es necesario tomar en cuenta todas las necesidades del cliente y dividir el problema en subproblemas y de esta manera generar conceptos para la solucion de cada subproblema, que se combinaran entre si, para proporcionar diversas soluciones desde diferentes enfoques al problema global.

En el análisis se podrá determinar todos los pro y los contra de los conceptos seleccionados, y con base a este estudio se podrá seleccionar la mejor combinación que vaya de la mano con las necesidades del cliente y la experiencia del diseñador. El concepto final es obtenido gracias a todos los esfuerzos de diseño realizados con antelación y que proporciona a las necesidades del cliente las soluciones óptimas que se pueden generar gracias a las bondades del diseño estructurado, obteniendo un producto confiable.

Figura 1. Descomposición funcional



2.4.1 Conceptos generados por subfunciones

Los bucles de control son los subproblemas de mayor interés para este análisis, pues la naturaleza de la maquina con que fue diseñada, no permite realizar modificaciones en los actuadores presentes en las subfunciones referentes a la conversión de energía eléctrica a las diferentes energías intrínsecas en la maquina (Transformación a energía rotacional, translacional, calórica). Por lo tanto tenemos que los puntos a considerar son

Procesamiento de información

- PC
- PLC
- Microcontrolador
- Lógica cableada

Visualización de información

- Lcd
- Display 7 segmentos
- Pc
- Touch panel
- HMI estándar

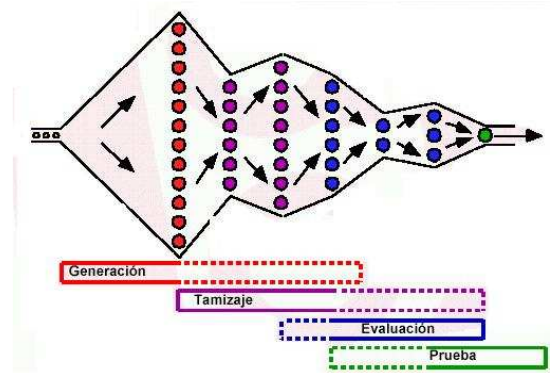
Bucles de control

- Control proporcional, integral y derivativo.
- Control proporcional
- Control On/Off
- Control con lógica difusa.

2.4.2 Selección de conceptos Para la selección de este concepto, se utilizaron criterios relativos de evaluación en donde se selecciona un producto existente como referencia y se valoran los conceptos de forma conjunta.

Este es un método estructurado basado en las necesidades ponderadas del consumidor que consta de dos partes; una matriz de tamizaje donde se filtran algunos conceptos y una matriz de evaluación donde se elige el concepto que se va a desarrollar.

Figura 2. Embudo de la selección de conceptos



Como referencia para la realización de la matriz de tamizaje se tubo en cuenta, la estrategia de control utilizada por una de las maquinas de la misma firma productora de estas, con tecnología posterior a la maquina en cuestión.

2.4.3 Prueba de conceptos Para probar los conceptos se utilizó el criterio pasa no pasa, para establecer cual de los conceptos se acercó mas a los objetivos propuestos. Después se realizó una investigación para comprobar la viabilidad para implementar el concepto seleccionado

Procesamiento de información

El concepto seleccionado para esta subfunción fue el PLC, ya que es la estrategia de control que mas se acerca al cumplimiento de los requerimientos del cliente, pues este dispositivo ofrece la versatilidad, flexibilidad y robustez necesarias para este proyecto, a demás si comparamos los costos con los demás dispositivos el, costo beneficio es casi insignificante, dado que estos equipos tienen las protecciones necesarias para trabajar en ambientes hostiles.

Visualización de información

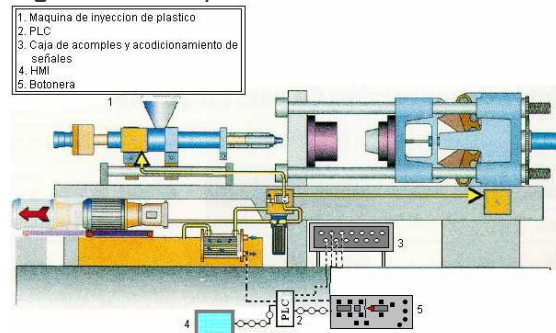
Para esta subfunción se estableció que la interfaz hombre maquina que brinda el proveedor, es la alternativa mas acorde al proyecto, por robustez, afinidad y versatilidad.

Bucles de control

Las herramientas que nos ofrecen los PLC nos permite realizar control On/Off, PID, Proporcional, los cuales son apropiados para

hacer el control de temperatura, posición y presión respectivamente

Figura 3. Concepto final



2.5 DESARROLLO DEL CONCEPTO SELECCIONADO

2.5.1 Identificaron las entradas y salidas del sistema para poder determinar las especificaciones técnicas del PLC.

Tabla 1. Entradas y salidas del sistema

Entradas	Salidas
Manual	Inyectar
Semiautomático	Cargar
Automático	Tobera afuera
Cerrar	Tobera adentro
Abrir	Bomba grande
Expulsor adelante	Bomba pequeña
Expulsor atrás	Descompresión
Tobera adentro	Cerrar
Tobera afuera	Toggle/Untoggle
Inyección	Abrir
Carga	Expulsor atrás
Descompresión	Expulsor adelante
Incremento molde	Alarma
Decremento molde	Lubricar
Core adentro	Incremento molde
Core afuera	Decremento molde
Encender bomba	Core afuera
Micro puerta frontal	Core adentro
Micro puerta trasera	Resistencia 1
Micro core afuera	Resistencia 2
Micro core adentro	Resistencia 3
Lubricación	Resistencia 4
Micro guarda	Resistencia boquilla

Dentro de las cuales tenemos 8 entradas analógicas que corresponden a:

- Apertura y cierre de molde
- Posición del expulsor
- Posición del usillo para la inyección
- Posición válvula proporcional
- Zona temperatura 1
- Zona temperatura 2
- Zona temperatura 3
- Zona temperatura 4

En los módulos de salidas tenemos 2 salidas analógicas que corresponden:

- Control de presión de la válvula proporcional
- Control de la velocidad de la válvula proporcional

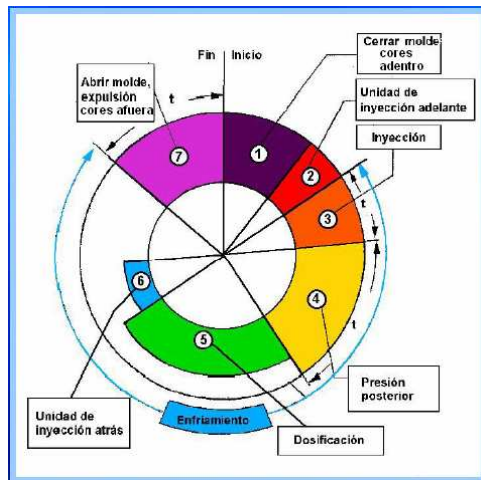
2.5.2 Especificaciones técnicas del PLC

Para la realización óptima de este proyecto fue necesario presindir de un PLC con las siguientes características:

- CPU para PLC con puertos para comunicación con interfaz hombre-máquina
- Módulo de entradas tipo rele, con más de 24 puertos
- Módulo de salidas tipo rele con, más de 24 puertos
- Módulo de entradas analógicas con más de 8 canales
- Módulo de salidas analógicas con 2 canales
- Módulo de interfaz máquina operario

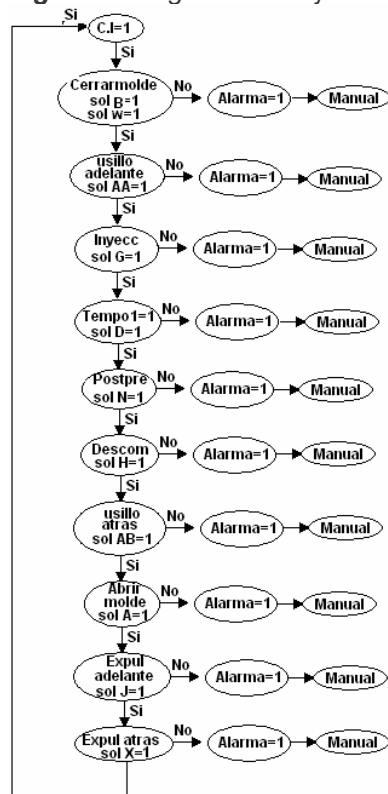
2.5.3 Identificación del ciclo de inyección Esta etapa se enfocó en la identificación del ciclo de trabajo de la máquina el cual se representa en el siguiente diagrama.

Figura 4. Ciclo de inyección



El ciclo de inyección empieza solo si, todas las condiciones de iniciales se están cumpliendo, de lo contrario se debe generar una alarma. Las condiciones iniciales corresponden a los set point que ingresa el operario y las medidas de protección presentes en la maquina.

Figura 5. Diagrama de flujo



2.5.4 Documentación electrónica y control del sistema El sistema es alimentado directamente de la red eléctrica local de 110 y 220 Voltios, de la cual se derivan las conexiones para los diferentes dispositivos.

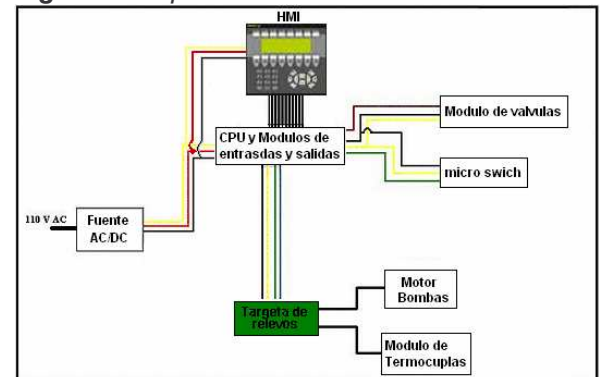
2.5.5 Etapa eléctrica (110 y 220 Vac y 60 Hz) Esta etapa es la encargada del suministro de corriente para los dispositivos que funcionan directamente con 110 y 220 Vac.

Esta etapa cuenta con los siguientes elementos:

- Motorreductor eléctrico ac 40 hp a 1200 RPM (220 Vac)
- Circuito de resistencias ac 23195 W a 220 Vac
- Bomba hidráulica a 220 Vac
- Fuente de poder para PLC 110 Vac
- Microswitchs 110 Vac

Mapa de Conexiones Eléctricas

Figura 6. Mapa de conexiones eléctricas.



2.5.6 Etapa electrónica (12 y 5 Vdc) Para el suministro de corriente del circuito se utiliza una fuente AC-DC, a la que le entra un voltaje de 110 Vac y entrega voltajes de 12 Vdc.

El circuito básicamente consta de una CPU para PLC encargada de procesar los datos, un modulo de entradas digitales, un modulo de salidas digitales, un modulo de entradas análogas y un modulo de salidas análogas, conversor de corriente a voltaje, protecciones térmicas y demás acondicionamientos de señales mostrados en los anexos, también cuenta con una interfaz para operario por

medio de la cual se entran los datos al sistema.

Ver Anexos del 3 al 8 Etapa electrónica

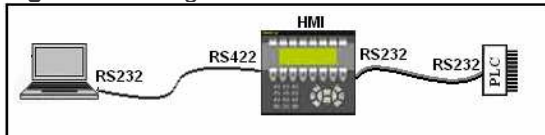
2.5.7 Programación para el control del sistema

El proceso de programación se dividió de la siguiente manera:

2.5.8 Programación de interfaz Hombre Máquina este proceso se desarrollo bajo un lenguaje de programación orientado a objetos conocido como CIMREX PROG. en el cual se elabora un diagrama de flujo con todos los parámetros a programar, y por pantalla se van ingresando cada uno de los parámetros. Al terminar la programación de la interfaz de visualización, esta es descargada al modulo de visualización desde el PC por medio de un puerto RS232. El modulo a su vez esta conectado al PLC por medio de un conversor RS232 a RS422.

Desde el PC se configura El PLC y el modulo de visualización, con los mismos parámetros (9600bd, 8 bits de datos, 1 bit parada, sin bit de paridad).

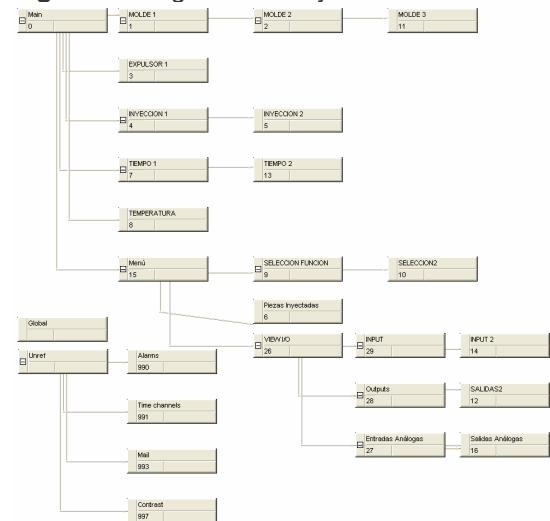
Figura 7. Configuración de comunicación.



Dentro de los parámetros que se programan tenemos:

- Configuración de apertura y cierre de molde.
- Configuración de expulsor
- Configuración de inyección
- Configuración de tiempos
- Configuración de temperaturas
- Contador de ciclos
- Alarmas
- Monitoreo de entradas y salidas

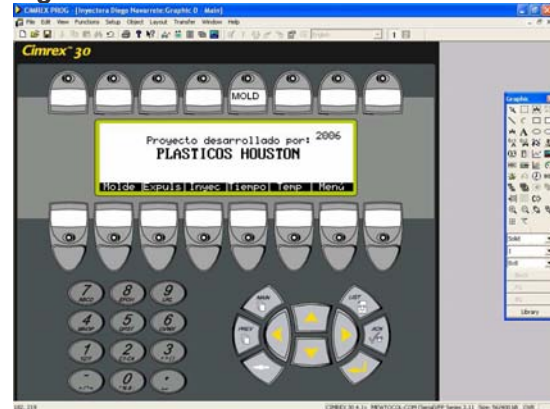
Figura 8. Diagrama de flujo del HMI.



Para configurar los eventos se ingresa a cada pantalla dando doble clic en cada uno de los bloques eligiendo la pantalla que se desea configurar. Por ejemplo para configurar la pantalla de inicio se ingresa por "main" y se modifican las propiedades de acuerdo a las necesidades.

Cada pantalla se ve de la siguiente manera:

Figura 9. Pantalla de inicio



Cada valor que se ingresa por medio de la pantalla, se le reserva un espacio de memoria en el PLC, denotado con las siglas DT. También se configura la cantidad de caracteres deseados y el rango en que se trabaja esta variable, con sus demás características.

Figura 10. Configuración de parámetros



2.5.9 Programación de bucles de control

Tanto el control secuencial del proceso, como el control de las variables análogas fueron desarrollados y programados en su totalidad bajo el ladder del PLC gracias a todas las herramientas presentes en este equipo. El lenguaje utilizado es conocido como FPWin GR, abundante en herramientas que facilitan al programador el desenvolvimiento en su entorno agradable. Ver **Anexo 16. Programación en ladder.**

CONCLUSIONES

- Con el desarrollo de este proyecto podemos concluir que al rediseñar este dispositivo se logra un avance tecnológico importante y al utilizar métodos como el QFD se logra aumentar la calidad de nuestros productos notablemente lo cual es de gran importancia para aumentar la competitividad para abarcar un mercado más amplio.
- Al realizar una planeación correcta podemos identificar claramente que clase de mejoras se requiere en el dispositivo y al determinar correctamente los problemas presentes, podemos ofrecer soluciones optimas que satisfagan las necesidades previamente planteadas.

- El proceso de desarrollo estructurado es un proceso de reiterativa realimentación; por lo tanto nos brinda grandes ventajas, tales como realizar un diseño ordenado y eficiente, capaz de cumplir con todos los objetivos planteados, a demás permite la interacción de todas las partes involucradas en el desarrollo del proyecto, haciendo que el universo de soluciones posibles sea mayor lo cual permite la concepción de un producto de alta calidad.
- La generacion de conceptos mediante metodos estructurados nos permite visualizar una gran variedad de soluciones y al seleccionar y porbar adecuadamente dichos conceptos generalmente se garantiza que el proceso culminará con resultados optimos.
- Después de realizar la implementación del diseño se pudo comprobar los excelentes resultados en el incremento de la producción gracias al aumento de ciclos por hora.

BIBLIOGRAFÍA

OTTO, K. Products Designs: Techniques in Reverse Engineering and New Product Development. 2 ed. New York : Prentice Hall, 2001. 649 p

ULRICH, Karl T. Products Designs : Product Design and Development. 2 ed. New York: Mc : Graw Hill, 2000. 483 p

Negri bossi. "Moldes y maquinas de inyección para la transformación de plásticos". Segunda edición, Mc. Graw Hill, 552 p, 1992

AROMAT CORPORATION. Matsushita
Electric Works America: NAIS Manual, New

Providence. New Jersey, Aromat corporation,
2005, 2, 6 p

Anexo 15. *Programación en lader.*